



ABB Technik

Die technische Zeitschrift
des ABB-Konzerns

www.abb.com/abbreview

2 / 2008

... für eine bessere Welt

Kampf gegen Wasserknappheit
Seite 19

Wettervorhersagen
Seite 39

Energieübertragung der Zukunft
Seite 52

ABB



Während in der *ABB Technik* normalerweise die Produkte und Technologien von ABB im Mittelpunkt stehen, befasst sich dieses Heft vorrangig mit der Frage, welche Auswirkungen diese Produkte auf den Menschen haben und wie sie zu einer „besseren Welt“ beitragen können. Dabei gibt es kein alleiniges Produkt oder Konzept, das sämtliche Vorstellungen einer besseren Welt erfüllen kann. Vielmehr geht es darum, verschiedene Teile, die jedes für sich zur Verbesserung in einem bestimmten Bereich beitragen, zu einem Ganzen zusammensetzen. Lesen Sie in diesem Heft, welchen Beitrag ABB zu diesem „Riesenzpuzzle“ leistet.



... für eine bessere Welt

Energie und Produktivität für eine bessere Welt – das ist das Ziel von ABB.

ABB gehört zu den führenden Anbietern von Produkten und Systemen für die elektrische Energieversorgung von der Stromerzeugung bis zur Gebäudeinstallation, für die Automatisierung von Fabriken und die Optimierung industrieller Prozesse. Energie und Automatisierung sind zwei Eckpfeiler der modernen Wirtschaft, deren Wohlstand eng mit der effizienten und zuverlässigen Bereitstellung von Energie und der Fähigkeit zur kontinuierlichen Steigerung der Produktivität verbunden ist.

Die Verfügbarkeit einer zuverlässigen und kostengünstigen Energieinfrastruktur ermöglicht es der Industrie, sich auf ihre Kernkompetenzen zu konzentrieren und Mehrwerte für die Gesellschaft zu schaffen. Das Gleiche gilt für hochproduktive Fertigungsprozesse. ABB unterstützt die Realisierung einer „besseren Welt“ für die Industrie, was letztendlich allen Mitgliedern der Gesellschaft zugute kommt.

Auch intern strebt ABB nach einer besseren Welt. So spielt bei all unseren Projekten das Thema Nachhaltigkeit eine wichtige Rolle, und innerhalb des Unternehmens werden umfangreiche Programme zur Mitarbeitersicherheit durchgeführt. Einen guten Überblick über alle unsere Bemühungen in diesem Bereich bietet unser jährlicher Nachhaltigkeitsbericht.

Es gibt aber auch viele Bereiche, in denen ABB direkt zur Verbesserung der Lebensqualität beiträgt: Eine sichere und zuverlässige Hausinstallation, eine gut funktionierende Wasserversorgung, eine komfortable Zugreise, ein zuverlässiger Aufzug und ein sonniges Plätzchen im Stadion sind nur einige Beispiele. Doch während manche Menschen in den Industrieländern es bereits als unkomfortabel empfinden, wenn ein Zug Verspätung hat, gibt es über eine Milliarde Menschen auf der Welt, die überhaupt keinen Zugang zur Elektrizität haben. Dies zeigt, wie unterschiedlich die Vorstellungen von einer „besseren Welt“ rund um den Globus sind.

ABB ist stolz darauf, an der Entwicklung eines komfortablen Umfelds für alle – sowohl in weniger entwickelten Ländern als auch in Industrieländern – beteiligt zu sein. Dabei kommt in vielen Fällen dieselbe Technologie zum Einsatz. In China trägt das weltweit größte, modernste und leistungsstärkste Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungssystem von ABB zur Sicherung der Stromversorgung bei, in Saudi-Arabien wurden kürzlich moderne Entsalzungsanlagen mit Technik von ABB zur Trinkwassergewinnung installiert, und in Afrika laufen zurzeit mehrere Projekte zur Elektrifizierung ländlicher Gemeinden.

Wenn die Realisierung einer „besseren Welt“ mit einem steigenden Bruttoinlandsprodukt verbunden ist, das auf nachhaltige Weise erwirtschaftet wird, stellt die damit verbundene Zunahme des Energiebedarfs – insbesondere in den weniger entwickelten Ländern – eine bedeutende Herausforderung für die globale Gesellschaft dar. Daher steht die effiziente Energienutzung im Mittelpunkt fast aller Produkte und Systeme von ABB. Unser Ziel ist die Schaffung einer Infrastruktur für eine bessere und nachhaltige Welt, die Komfort für alle bietet und gleichzeitig unsere Ressourcen und Umwelt schont. So kann ein jeder unabhängig von seiner Herkunft in den Genuss des Komforts kommen, der von ABB-Produkten ausgeht.

Lesen Sie in dieser Ausgabe der *ABB Technik*, wie ABB zur Verbesserung Ihrer eigenen Lebensqualität beiträgt. Sie werden überrascht sein, bei wie vielen Anwendungen ABB die versteckte Quelle für Komfort ist.

Eine angenehme Lektüre wünscht Ihnen

Peter Terwiesch
Chief Technology Officer
ABB Ltd.

ABB Technik 2/2008

... für eine bessere Welt

Welt des Komforts

6

Bessere Technik für eine bessere Welt

Elektrizität macht das Leben komfortabler – rund um den Globus.

10

Komfort, der sich auszahlt

Intelligente Elektroinstallationstechnik für mehr Sicherheit, Komfort und Wirtschaftlichkeit

Technologie für den Menschen

15

Unsichtbare Sicherheit

Elektrische Installationen in Gebäuden

19

Quell des Lebens

Wasserversorgungstechnologie im Kampf gegen die globale Süßwasserknappheit

Transport und Bewegung

25

Power für die Schiene

Elektrische Systeme von ABB machen Zugreisen komfortabler.

30

Nach oben, bitte!

Ein neuer leistungsstarker Frequenzumrichter von ABB hilft einem Aufzugshersteller, sich von der Konkurrenz abzuheben.

34

Sanfte Riesen

Die intelligente Kranregelung von ABB garantiert ein Höchstmaß an Komfort und Sicherheit.

Wetter und Freizeit

39

Der Blick aufs Wetter

Mehr Sicherheit und Komfort durch bessere Wettervorhersagen

43

Bewegende Momente

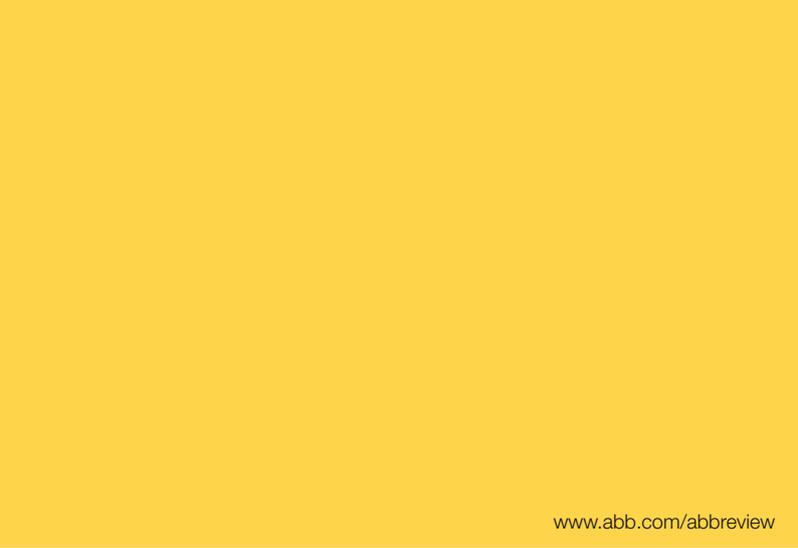
Antriebstechnik von ABB bewegt das Dach und das Spielfeld eines neuen Stadions.

Energie und Versorgung

47

Die Macht der Stille

Konstruktion und Fertigung geräuscharmer Transformatoren



www.abb.com/abbreview



6

52

Schonend, sicher und effizient

HVDC Light®-Kabel als Energieübertragungssystem der Zukunft

Pionierleistungen

56

Erfolgsgeschichte

ABB und die Industrierobotik – ein Rückblick



15



25



39

Bessere Technik für eine bessere Welt

Elektrizität macht das Leben komfortabler – rund um den Globus
Friedrich Pinnekamp

Komfort bietet uns die Freiheit, Fertigkeiten und Fähigkeiten zu entwickeln, um unsere Lebensqualität zu verbessern. Die Auffassung von Komfort hängt allerdings stark von den individuellen Ausgangsbedingungen ab: Für jemanden, der vorher kilometerweit zu Fuß gehen musste, um Trinkwasser zu holen, kann fließend Wasser im Haus der Inbegriff von Komfort sein, während jemand, der seine Jalousien per Hand öffnen musste, es als komfortabel empfindet, wenn dies per Knopfdruck geschieht.

Eine funktionierende Infrastruktur – zum Beispiel eine Trinkwasserversorgung oder Jalousiensteuerung – hilft dem Menschen, Zeit zu sparen – Zeit, die er dazu verwenden kann, sich weiterzuentwickeln und neue kreative Möglichkeiten zur Verbesserung des Komforts zu finden. Um den Komfort und somit die Lebensqualität für alle verbessern zu können, sind umfangreiche Investitionen in eine zuverlässige Infrastruktur notwendig. ABB verfügt über ein breites Angebot an Produkten und Dienstleistungen, um große Teile dieser Infrastruktur – insbesondere im Bereich der Energieversorgung und Produktivität – bereitzustellen. Dank ihrer lokalen Präsenz in allen Teilen der Welt ist ABB zudem in der Lage, direkt auf die unterschiedlichen Bedürfnisse zu reagieren und somit zu einer besseren Welt beizutragen.

Jedes Jahr werden Statistiken zum Pro-Kopf-Einkommen in den Ländern der Welt veröffentlicht. Mit einem Faktor zwischen dem niedrigsten und höchsten Einkommen von über 100 ist die Bandbreite sehr groß. Doch unabhängig vom absoluten Einkommen ist eines überall gleich: das Streben nach Wachstum und wirtschaftlichem Wohlstand.

Die Voraussetzungen für ein kontinuierliches Wachstum sind in den armen und reichen Ländern allerdings unterschiedlich.

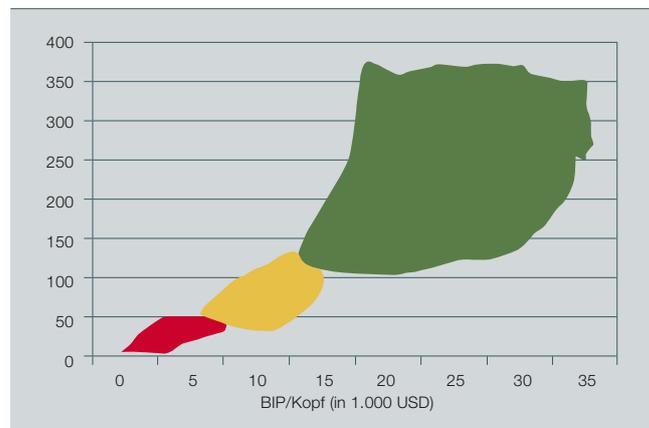
1 zeigt eine schematische Darstellung des Zusammenhangs zwischen dem Bruttoinlandsprodukt (in Kaufkraftparität) und dem Energieverbrauch pro Kopf. Im Laufe der Zeit bewegen sich Volkswirtschaften vom unteren linken in den oberen rechten Bereich.

In den einkommensschwachen Ländern (mit einem Pro-Kopf-Einkommen von unter 5.000 USD) steigt das Bruttoinlandsprodukt (BIP) im Verhältnis zum Energieverbrauch nahezu linear. Bei voranschreitender Industrialisierung (und steigendem Energiebedarf) wird der Komfort für die Menschen durch die wachsende Infrastruktur erhöht.

Diese Entwicklung setzt sich fort, bis die Industrialisierung nahezu abgeschlossen ist. Bei einem Pro-Kopf-Einkommen von über 15.000 USD verlagert sich das Wachstum typischerweise auf den Dienstleistungsbereich, wobei der Anstieg im Energiebedarf trotz weiter wachsender Infrastruktur weniger stark ausfällt.

Unter den verschiedenen Energieformen, die bei der Bereitstellung einer besseren Infrastruktur und der Erhöhung des Komforts eine Rolle spielen, nimmt die Elektrizität eine besondere Stellung ein. Da sie dem Menschen in nahezu allen Bereichen das Leben erleichtern kann, gilt sie als vielseitigste der verfügbaren Energieformen. So hilft sie zum Beispiel dabei, Wasser zu fördern, Menschen zu transportieren, Krankenhäuser zu beleuchten, medizinische Geräte und Computer zu betreiben, eine mobile Kommunikation zu ermöglichen, Fabriken anzutreiben, Produktionsprozesse zu optimieren und Häuser zu beheizen.

1 Der Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und Bruttoinlandsprodukt (BIP)



Elektrische Energie ist die Infrastruktur, die am meisten zum Komfort des Menschen beiträgt – auch wenn damit nicht alle Probleme gelöst sind¹⁾.

Erfolgreiche Projekte

Als Anbieter von Produkten und Systemen für eine moderne elektrische Energieversorgung engagiert sich ABB seit Langem dafür, den Menschen in Entwicklungsländern den Zugang zur Elektrizität zu ermöglichen.

Nach der erfolgreichen Umsetzung eines ländlichen Elektrifizierungsvorhabens in einem entlegenden Gebiet im Süden Tansanias wurde das Programm kürzlich um ein Projekt im indischen Bundesstaat Rajasthan erweitert. Im Rahmen dieses Projekts, das auf öffentlich-privaten Partnerschaften basiert, arbeitet ABB zusammen mit der Regierung von Rajasthan und einer nichtstaatlichen

Organisation daran, kleinere Dörfer in der Wüste mit Strom zu versorgen. Ausgangspunkt war die Versorgung eines Dorfes mit Strom, der mithilfe von Solarzellen gewonnen wird. Mittlerweile wurde das Programm auf vier weitere Dörfer mit insgesamt 500 Haushalten ausgedehnt.

Das ursprüngliche „Access to Electricity“-Projekt von ABB hat in den vergangenen zwei Jahren einem Dorf in Tansania sowohl wirtschaftlichen als auch sozialen und ökologischen Nutzen gebracht 2).

Insgesamt 15 Geschäfte, darunter eine Pension sowie mehrere Lebensmittelläden und Bekleidungsgeschäfte, sind nach der Elektrifizierung in dem Dorf entstanden, wo es vormals nur drei Geschäfte gab. Zu den jüngsten Fortschritten gehören:

- 25 neue Häuser infolge wirtschaftlichen Aufschwungs und lokaler Zuwanderung,
- der Anschluss weiterer Häuser an das durch einen von ABB gestifteten Dieselgenerator gespeiste Mininetz und eine neue Wasserpumpe,
- eine wachsende Zahl bestandener Schulprüfungen dadurch, dass die Kinder auch nach Einbruch der Dunkelheit lernen können,
- Schulungen über eingeschränktes Jagen und nachhaltige Holzgewinnung.

In dem Projekt arbeitet ABB mit der weltweiten Naturschutzorganisation WWF und lokalen Behörden zusammen.

2 Moderne Energieformen können das Leben der Menschen verändern [1]

Anwendung/Bedarf	Derzeitige Energieoptionen	Moderne Energieoptionen
Beleuchtung	→ Öl-/Petroleumlampen	→ Netzunabhängige Elektrizität (Sonne, Wasser, Wind)
Kochen	→ Holz-/Kohleofen	→ Verbesserte Kochherde/Flüssiggas und Petroleum
Wasserversorgung	→ Oberflächen-/Rohrbrunnen	→ Elektrische Pumpen
Kühlung	→ Netz-/Dieselkraft oder nichts	→ Netzunabhängige Elektrizität (Sonne, Wasser, Wind)
Telekommunikation	→ Netz-/Dieselkraft oder nichts	→ Batterie/netzunabhängige Elektrizität
Transport	→ Von Menschen/Tieren angetriebene Fahrzeuge	→ Motorisierte Fahrzeuge
Landwirtschaftl. Verarbeitung	→ Von Menschen/Tieren angetriebene Geräte	→ Multifunktionale Plattform/Mikro-Hydro

Fußnote

¹⁾ Selbst eine ausreichende elektrische Infrastruktur ist kein Garant für ein komfortables Leben, wenn andere Aspekte des Lebens ungünstig sind. Krieg, Krankheit, Unterdrückung oder Terrorismus sind nur einige bedeutende Faktoren, die die individuelle Auffassung von Komfort beeinflussen.

Welt des Komforts

Die Versorgung eines entlegenen Dorfes in Indien mit Strom eröffnet den Menschen bessere Verdienstmöglichkeiten und erleichtert die Ausbildung der Kinder. So können die Dorfbewohner, die hauptsächlich als Schneider tätig sind, länger arbeiten und ihre Kinder können auch am Abend lernen.

In China berät ABB die Provinz Guangdong (gemessen am BIP die größte Provinz des Landes) bei der Suche nach Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz von Unternehmen in der Region. Ziel der im Jahr 2006 unterzeichneten Fünfjahresvereinbarung ist es, Guangdong dabei zu helfen, den Energieverbrauch pro BIP-Einheit bis zum Jahr 2010 um 16 % zu senken. Die Behörden werden die Zusammenarbeit zwischen ABB und über 1.000 Unternehmen mit hohem Energieverbrauch unterstützen. ABB wird auf Wunsch Audits zur Überprüfung von Energieeinsparungspotenzialen durchführen und den Unternehmen dabei helfen, entsprechende Maßnahmen umzusetzen. Die eingesparte Energie kann verwendet werden, um die Stromversorgung und somit den Komfort für die Menschen zu erhöhen.

Komfort im globalen Maßstab

Neben dem Beitrag, den ABB mit ihrer Technologie zur Verbesserung des Komforts für die Menschen in den am wenigsten entwickelten Ländern leistet, verfügt das Unternehmen über ein umfangreiches Angebot von Produkten und Dienstleistungen, um den Komfort der Menschen in den Schwellen- und Industrieländern zu steigern.

3 Dank der zusätzlichen vier Stunden Strom vom Generator bleiben die örtlichen Läden in Ngarambe länger geöffnet.



Nehmen wir zum Beispiel das Transportwesen. Vor 100 Jahren sorgte die Verbreitung der Eisenbahn in Europa und den Vereinigten Staaten für eine deutliche Verbesserung des Reisekomforts. Doch noch Jahrzehnte später fuhren die Züge so ruckartig an, dass sich die Fahrgäste festhalten mussten, um nicht umherzufliegen. Dank moderner Frequenzrichter gehört dies mittlerweile der Vergangenheit an. Neben solchen Frequenzrichtern liefert ABB

eine Vielzahl weiterer Komponenten für Traktionsanwendungen, darunter den Transformator, der bei der Rekordfahrt des TGV, dem schnellsten Zug der Welt, zum Einsatz kam. Die zunehmende Öffnung der Grenzen hat zu einer steigenden Nachfrage nach Zügen geführt, die mit verschiedenen Stromversorgungen betrieben werden können. ABB liefert die Transformatoren und Stromrichter für innovative Züge, die überall fahren können – und dies auch tun.

Infobox Der Zugang zu Elektrizität ist entscheidend

Laut der UN-Ministerkonferenz der am wenigsten entwickelten Länder, die im Juli 2007 in Istanbul zusammentraf, ist die Zahl der Menschen ohne Zugang zu modernen Energieformen der beste Indikator für die energietechnischen Herausforderungen, die mit den Millennium-Entwicklungszielen (Millenium Development Goals, MDGs) der Vereinten Nationen verbunden sind. Weltweit sind schätzungsweise 2,5 Milliarden Menschen auf traditionelle Brennstoffe wie Holz, Holzkohle und Dung als Hauptenergiequelle zum Kochen und Heizen angewiesen. Nahezu 1,6 Milliarden Menschen haben keinen Zugang zu Elektrizität. Angesichts dieser erschreckenden Zahlen hat die internationale Entwicklungsgemeinschaft erkannt, welche Bedeutung der Energieversorgung beim Erreichen der MDGs zukommt. Die enge Verbindung zu Zielen wie Bekämpfung der Armut, Bildung, Gleichstellung der Geschlechter, Gesundheit und Umweltschutz macht sie zu einer Voraussetzung für die Erfüllung aller MDGs. Obwohl die Energieversorgung kein explizites Millennium-Ziel ist, steht fest, dass die MDGs nicht ohne die Bereitstellung erschwinglicher und zuverlässiger Energieformen für alle Menschen erreicht werden können.

Energie spielt eine zentrale Rolle bei sämtlichen Aspekten unseres Lebens, angefangen bei der Wasserversorgung und der Landwirtschaft über das Gesundheits- und Bildungswesen, die Schaffung von Arbeitsplätzen bis hin zur Gleich-

stellung der Geschlechter und der ökologischen Nachhaltigkeit. Dennoch sind noch immer Millionen von Haushalten in den Entwicklungsländern ohne Zugang zu einer sicheren und zuverlässigen Energieversorgung und zahlen hohe Preise für minderwertigen Ersatz. Hinzu kommt, dass viele in Armut lebende Menschen einen großen Teil ihres Einkommens für Energie ausgeben. In einigen Ländern belaufen sich die Energiekosten auf über ein Drittel der gesamten Haushaltskosten. Darüber hinaus wenden viele Menschen einen großen Teil ihrer Zeit – ein weiteres wichtiges Gut – für energiebezogene Tätigkeiten auf. So sind Frauen und Mädchen nicht selten sechs Stunden und mehr am Tag mit dem Sammeln von Brennholz, dem Holen von Wasser, dem Kochen und der Verarbeitung landwirtschaftlicher Erzeugnisse beschäftigt. In Zentral- und Südafrika haben nur 8 % der ländlichen Bevölkerung Zugang zu Elektrizität, während 90 % der Bevölkerung zum Kochen noch immer auf traditionelle Brennstoffe angewiesen sind.

Der Zugang zu modernen Energieformen kann das Leben armer Menschen deutlich verändern **3**. Daher ist es wichtig, einen neuen Ansatz zu entwickeln, der den Zugang zu Energie nicht nur als Ergebnis, sondern auch als Triebfeder für die Entwicklung anerkennt, wenn es darum geht, die MDGs umzusetzen und dafür zu sorgen, dass auch die am wenigsten entwickelten Länder von der Globalisierung profitieren.

	Millenium-Entwicklungsziele (2000)
Ziel 1	Bekämpfung von extremer Armut und Hunger
Ziel 2	Vollständige Primärschulbildung für Mädchen und Jungen
Ziel 3	Förderung der Gleichstellung der Geschlechter und Stärkung der Rolle der Frauen
Ziel 4	Reduzierung der Kindersterblichkeit
Ziel 5	Verbesserung der Gesundheitsversorgung von Müttern
Ziel 6	Bekämpfung von HIV/AIDS, Malaria und anderen Krankheiten
Ziel 7	Sicherung der ökologischen Nachhaltigkeit
Ziel 8	Aufbau einer weltweiten Entwicklungspartnerschaft

Auch der Komfort von Schiffen als Transportmittel hat sich drastisch verbessert. So können Schiffe, die mit dem Azipod®-Antrieb und Turboladern von ABB ausgestattet sind, die gleichen Strecken schneller und mit geringerem Treibstoffverbrauch zurücklegen. Ganz gleich, ob Sie auf eine Warenlieferung warten, eine Kreuzfahrt machen wollen oder gar eine Polarexpedition planen – ABB sorgt für den richtigen Auf- und Vortrieb.

Ein weiteres wichtiges Transportmittel sind Aufzüge. Hier hilft Antriebstechnik von ABB dabei, ruckartige Bewegungen zu verhindern, d. h. den Komfort zu erhöhen, und gleichzeitig den Stromverbrauch zu senken – und das nicht nur bei einfachen Büroaufzügen, sondern auch bei so außergewöhnlichen Anlagen wie einem Schiffshebewerk, das es einem ermöglicht, per Schiff quer durch Kanada zu reisen.

Mit dem Einkommen steigen auch die Anforderungen an die Infrastruktur. In den Industrieländern steht die Grundversorgung mit elektrischer Energie zwar außer Frage (sofern es nicht zu Ausfällen kommt), doch die Anforderungen an die Qualität der Stromversorgung werden immer höher. Hier bietet ABB besonders leise Transformatoren, die sich durch einen beispiellos niedrigen Geräuschpegel und weitere versteckte Vorteile auszeichnen. Nur wenige Menschen sind der Meinung, dass Freileitungen zur Verschönerung der Landschaft beitragen. ABB-Technologie hilft dabei, sie unter die Erde zu verlegen. Auch Windkraftanlagen sind ein kontroverses Thema, von dem viele, die in unmittelbarer Nähe solcher Anlagen leben, nicht

unbedingt begeistert sind. Dank Technologie von ABB können solche Anlagen auf See verlagert werden, wo sie nicht zu sehen sind.

Auf dem Gebiet der Gebäudeinstallationen hat die Sicherheit und die Automatisierung mittlerweile ein hohes Niveau erreicht. Im preisgekrönten 50-stöckigen Le Rêve Tower setzt das intelligente Gebäudeautomatisierungssystem von ABB neue Maßstäbe in puncto Wohnkomfort. Le Rêve (franz. „der Traum“) gehört zu den exklusivsten Adressen in Dubai und den ersten intelligenten Häusern, die im Nahen Osten gebaut wurden ⁴.

Das intelligente ABB i-bus EIB/KNX-System bietet den Bewohnern die Möglichkeit, alle Funktionen ihres Heims einschließlich Beleuchtung, Klimaanlage, Jalousien und Wassertemperatur per Touchscreen von sämtlichen Räumen aus für alle Bereiche der Wohnung zu steuern. Da auch energieintensive Funktionen wie die Klimaanlage und Beleuchtung in jedem Raum gesteuert werden können, wird der Stromverbrauch und CO₂-Ausstoß gesenkt. Dies macht das ABB-System zu einem der energieeffizientesten Gebäudeautomatisierungssysteme, die zurzeit auf dem Markt erhältlich sind. Darüber hinaus ist es eines der am häufigsten eingesetzten intelligenten Installationssysteme der Welt und das führende intelligente Gebäudesystem im Nahen Osten und Afrika.

Doch Elektrizität ist nicht alles. ABB bietet auch eine Vielzahl von Lösungen für andere Bereiche der Versorgungswirtschaft. So sorgen Antriebe von ABB

zum Beispiel für den erforderlichen Druck in der Wasserversorgung. Darüber hinaus unterstützt ABB Wasserwerke mit einer Fülle von Produkten, die von einfachen Durchflussmessern bis hin zu fortschrittlichen Prozessleitsystemen reichen. Und auch wenn es für die Menschen in den Industrieländern längst selbstverständlich geworden ist: Trinkwasser ist Komfort.

Der Schutz vor Naturkatastrophen ist ein Grundbedürfnis des Menschen. Frühzeitige Warnungen sind notwendig, um sich vor einem herannahenden Hurrikan in Sicherheit bringen zu können. Doch auch auf einer weniger dramatischen Ebene informiert sich der Mensch gern über das Wetter, zum Beispiel bevor er in den Urlaub fährt. Hier helfen mit ABB-Technik ausgestattete Satelliten, bessere Prognosen zu erstellen, während Satelliten mit Interferometern von ABB die Luftqualität überwachen. Denn wie Wasser ist auch saubere Luft ein Komfort.

Für viele ist die tägliche Arbeit nicht nur eine notwendige Pflicht, sondern auch eine das Leben bereichernde Aktivität. Je kreativer der Mensch bei der Arbeit sein kann, desto wohler fühlt er sich. Auch hier ist Technologie der Schlüssel für eine komfortable Arbeitsumgebung. Automatisierungssysteme von ABB entlasten das Bedienpersonal von administrativen Aufgaben und unterstützen die Datenanalyse von komplexen Prozessen. Roboter helfen bei mechanischen Tätigkeiten, und selbst die Programmierung der Roboter ist heute einfacher denn je. Letztendlich ist es die Verfügbarkeit von Technologie, Werkzeugen und flexibler Energie, die dem Menschen die Freiheit bietet, sich weiterzuentwickeln – und das ist Komfort.

⁴ Der Le Rêve Tower in Dubai



Friedrich Pinnekamp

ABB Corporate Research
Zürich, Schweiz
friedrich.pinnekamp@ch.abb.com

Literaturhinweis

- [1] „Energizing the least developed countries to achieve the millennium development goals: the challenges and opportunities of globalization“, Themenpapier der United National Ministerial Conference of the Least Developed Countries, Istanbul, Juli 2007

Komfort, der sich auszahlt

Intelligente Elektroinstallationstechnik für mehr Sicherheit, Komfort und Wirtschaftlichkeit

Bernhard Doerstel



Das vernetzte Eigenheim ist keine Zukunftsvision, sondern längst angenehme Wirklichkeit – nicht zuletzt dank der intelligenten Haus- und Gebäudesystemtechnik der Busch-Jaeger Elektro GmbH. Das zur ABB-Gruppe gehörende Unternehmen bietet innovative Lösungen und Produkte, mit denen über das vorhandene Stromnetz zahlreiche elektrische Verbraucher im Haus flexibel miteinander vernetzt und komfortabel gesteuert werden können. Atmosphärische Beleuchtung, konstante Wohlfühltemperatur oder die Überwachung von Fenstern und Türen sind nur einige von vielen Funktionen, die das System mühelos leistet. Auch die Aspekte Energieeinsparung, einfacher Einbau und Erweiterbarkeit bieten Mehrwert – im privaten Eigenheim ebenso wie in gewerblichen und öffentlichen Bauten, Museen oder Hotels.

Sicherheit, Komfort und Wirtschaftlichkeit sind generationenübergreifende Anforderungen. Das trifft insbesondere auf die Umgebung des Menschen zu, in der er sich einen großen Teil seiner Zeit aufhält: seinen Wohnbereich. Der Elektroinstallation kommt eine Schlüsselrolle zu, um den Wünschen nach Sicherheit, Komfort, Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz gerecht zu werden, denn zahlreiche Geräte und Funktionen im Haus sind elektrisch gesteuert und an eine gemeinsame Infrastruktur angeschlossen. Intelligente Gebäudesystemtechnik kann viele Tätigkeiten der Bewohner übernehmen, damit diese sich auf das Wesentliche konzentrieren können: in ihrem Haus oder ihrer Wohnung komfortabel und sicher zu leben.

Grundlegend ist dabei die Idee, die Elektroinstallation den Bedürfnissen der Nutzer und ihrem Wunsch nach einfacher Bedienung anzupassen und nicht umgekehrt. Folgende drei Beispiele zeigen, wie Produkte für die Gebäudesystemtechnik der Busch-Jaeger Elektro GmbH dazu beitragen können:

- Wozu sämtliche Lichter im Haus vor dem Zubettgehen einzeln ausschalten, wenn es mit einem einzigen Tastendruck geht?
- Warum alle Fenster kontrollieren, wenn intelligente Technik dies übernehmen kann?
- Warum Jalousien oder die Heizung von Hand bedienen, wenn das automatisch und dazu noch sicherer und wirtschaftlicher gemacht werden kann?

Einer der vielen Vorteile dieser zukunftssicheren Technologie ist die Einfachheit. Zum Steuern der vielfältigen Funktionen reicht meist eine einzige Berührung auf der zentralen Anzeige- und Steuereinheit, dem sogenannten Controlpanel **1**. Damit können zum Beispiel sämtliche Jalousien im Haus auf einmal heruntergefahren oder die optimale Beleuchtung für den Lese- oder Fernsehabend aufgerufen werden.

Licht an der richtigen Stelle macht das Leben aber nicht nur komfortabler, sondern auch sicherer: Der Busch-Installationsbus EIB/KNX schaltet automatisch die Wegbeleuchtung ein

und aus, begrüßt mithilfe von Bewegungsmeldern willkommene Gäste und schreckt unwillkommene ab. Bei längerer Abwesenheit kann über die Lichtsteuerung Anwesenheit simuliert werden.

Sind sämtliche Dachfenster geschlossen? Muss noch die Heizung im ersten Stockwerk gedrosselt werden? Eine zeitgemäße Elektroinstallationstechnik macht solche Fragen überflüssig. Sensoren sorgen für eine ständige Überwachung dieser Anlagen: Raumtemperaturregler senken beim Verlassen des Hauses oder Öffnen der Fenster die Temperatur um einige Grad ab. Die zentrale Verschlusskontrolle aller Fenster und Türen erspart den Kontrollgang. Und wenn in der Nacht verdächtige Geräusche zu hören sind, reicht ein Griff zum Panikschalter, um schlagartig im ganzen Haus die Beleuchtung einzuschalten.

Damit sind die Grenzen innovativer Elektroinstallationstechnik im Bereich Sicherheit längst nicht erreicht. Eine automatische Feuchtigkeitsüberwachung im Küchen- und Kellerbereich sorgt dafür, dass man keine bösen Überraschungen erlebt. Und Rauchmelder bieten beruhigende Sicherheit, weil sie auch dann vor Rauchentwicklung und entstehenden Bränden warnen, wenn die Bewohner schlafen.

Die Technik lässt sich mühelos installieren und jederzeit erweitern. Sie ist so konzipiert, dass sie bei steigenden Ansprüchen einfach mitwächst. Wie zum Beispiel beim Komfortschalter **2**, der aussieht wie ein normaler Lichtschalter, aber wesentlich mehr leistet, weil er mehrere Komfortstufen vereint:

- Normalbetrieb: Das Licht wird wie gewohnt an- und ausgeschaltet.
- Halbautomatikbetrieb: Das Licht wird automatisch an-, aber von Hand ausgeschaltet.
- Zeitautomatik: Das Licht wird von Hand an-, aber zeitgesteuert automatisch ausgeschaltet.
- Vollautomatik: Kein Schalten von Hand mehr erforderlich.

Selbstverständlich wollen anspruchsvolle Hausbesitzer auch ein elegantes Design für diese Technik im Haus haben. Ein Beispiel dafür ist die

Schalterserie „pur edelstahl“ mit innovativer Oberflächenbeschaffenheit. Das Novum dieses Schalterprogramms ist eine spezielle ANTI-FINGERPRINT-Beschichtung, die für eine besonders widerstandsfähige Oberfläche sorgt, damit Fingerabdrücke auf ein Minimum reduziert werden.

Moderne Zeiten für einen Bungalow der 70er-Jahre

Der Traum vom vernetzten Eigenheim lässt sich nicht nur im Neubau verwirklichen, sondern wird auch in älteren Gebäuden ohne Beeinträchtigung des architektonischen Erscheinungsbilds Realität. Ein Beispiel für die gelungene Verbindung von Technik der Gegenwart und Architektur der 70er-Jahre ist in Ratingen bei Düsseldorf zu finden, wo ein Bungalow mithilfe moderner Technik in die Neuzeit transferiert wurde **3**.

Zentraler Bestandteil der Gebäudesystemtechnik, die über den Busch-Installationsbus® EIB/KNX gesteuert wird, ist das Controlpanel, das optische Attraktivität und praktischen Nutzen vereint. Das Panel dient auch hier als zentrales Steuer- und Anzeigetableau für zahlreiche Funktionen im

1 Das Controlpanel als zentrale Benutzerschnittstelle



2 Der Komfortschalter mit vier Funktionsstufen



Welt des Komforts

Haus – von der Unterhaltungselektronik über die Beleuchtung und die Jalousien bis hin zur Anwesenheitssimulation. Ergänzt wird das Controlpanel durch EIB-Sensoren der Serie future® linear, die sich perfekt in das modernisierte Raumkonzept einfügen.

Die intelligente Gebäudesystemtechnik ermöglicht das Zusammenspiel mehrerer Verbraucher, wo und wann immer der Nutzer es verlangt. Licht dimmen, Rollläden schließen, Heimkino starten – ein System für alles. Der elegante berührungsempfindliche Bildschirm (Touchscreen) zeigt bis zu zehn Bedienflächen an, die bequem durch Antippen oder mit einem PDA-Stift angewählt werden können. Wer mag, kann auf diese Weise sogar Lichtinszenierungen einspeichern und – je nach Stimmung und Bedarf – abrufen. So rückt das gesamte Anwesen mit Einbruch der Dämmerung in den Mittelpunkt einer stimmungsvollen Lichtinszenierung.

Kunst ins rechte Licht gerückt

Auch in zahlreichen öffentlichen Gebäuden sowie repräsentativen historischen Bauten ist Busch-Jaeger mit seinen Produkten für die Gebäudesystemtechnik präsent. Hier empfiehlt sich die Technologie insbesondere für die Gestaltung stimmungsvoller Beleuchtungsszenen. Beispiel Würzburger Residenz: Schon beim Betreten des Treppenhauses bietet sich dem Besucher ein wahrlich kaiserlicher Anblick : Entlang den weißen Treppenstufen hebt sich der Blick über den Wendepodest bis hin zu der atemberaubenden Decke mit ihrem italienischen, aufwändig restaurierten Deckenfresko des venezianischen Malers Giovanni Battista Tiepolo.

Hervorgehoben wird dieser einzigartige Blickfang durch eine ausgefeilte

Lichtregie auf der Basis innovativer Gebäudesystemtechnik von Busch-Jaeger. Speziell entwickelte Leuchten und Glühlampen geben sowohl dem Treppenhauses als auch dem Kunstwerk das richtige Licht. Auch in diese besondere Umgebung passt sich das Controlpanel von Busch-Jaeger dezent ein.

Neben der automatischen Lichtregelung durch Signale einer Wetterstation besteht die Möglichkeit, die Beleuchtungsintensität individuell zu regeln. Dies erweist sich insbesondere bei offiziellen Empfängen und größeren Veranstaltungen als sinnvoll, denn ein festliches Ambiente bedarf auch einer entsprechenden Beleuchtung. Mit der ausgefeilten Technik von Busch-Jaeger kann neben einer Vielzahl von anderen Gebäudefunktionen auch die Lichtstimmung einfach und schnell der jeweiligen Situation angepasst werden.

Maximaler Komfort auch auf Reisen

An einem der schönsten Plätze Europas, am Dresdner Neumarkt, steht nach 117 Jahren wieder das Hotel de Saxe . In bester Lage, direkt gegenüber der berühmten Frauenkirche, hat das Haus der Steigenberger-Gruppe vor wenigen Monaten seine Pforten geöffnet. Außen den alten Vorbildern nachempfunden, bietet die First-Class-Herberge ihren Gästen innen luxuriösen Komfort. Moderne Gebäudesystemtechnik von Busch-Jaeger leistet dazu einen wesentlichen Beitrag.

Die Raumkonzepte der einzelnen Gebäudeteile sollten – so der Wunsch der Innenarchitekten – auch in den sichtbaren Komponenten der Elektroinstallation ihre Fortsetzung finden. Schließlich sind die Schalter für die Hotelcard und das Licht die ersten Dinge, denen der Gast beim Betreten des Zimmers seine Aufmerksamkeit

schenkt. Beim Schalterprogramm entschied man sich für die future® linear Serie von Busch-Jaeger, deren Design sich perfekt in die schlichte, subtile Eleganz des Steigenberger-Hauses einfügt. Erstmals eingesetzt wurde bei diesem Projekt der neue Hotel-Key-Card-Schalter.

Auch in den öffentlichen Bereichen des Vier-Sterne-Hotels kommt moderne Elektroinstallationstechnik zum vollen Einsatz. Eine imposante Glaskuppel, die sich über Lobby, Bar und Galerie spannt, taucht den Eingangsbereich tagsüber in freundliches Licht. Am Abend erzeugen dort verschiedene Lichtszenarien eine einladende Atmosphäre. Sie werden über den Busch-Installationsbus® EIB/KNX gesteuert und je nach Tageszeit abgerufen.

Moderne Gebäudesystemtechnik von Busch-Jaeger sorgt im Hotel de Saxe in fast allen Bereichen für Komfort und stimmungsvolle Beleuchtung. Der große Festsaal beispielsweise ist mit einer mobilen Trennwand versehen, auf der digital bearbeitete und verfremdete Sehenswürdigkeiten Dresdens abgebildet sind. Solange diese mobile Wand geschlossen ist, funktioniert die Beleuchtung beider Teile völlig getrennt voneinander. Öffnet sich die Trennwand, erfolgt automatisch die Lichtsteuerung für den gesamten Saal – egal an welcher Eingangstür man die Schalter bedient. Für die Nutzer der Säle wurden auch hier schon im Vorfeld mehrere Szenarien – etwa für Präsentationen oder Bankette – programmiert und abgespeichert. So reicht ein Tastendruck, um die passende Lichtstimmung für die jeweilige Veranstaltung abzurufen.

Über leicht zu bedienende Controlpanels kann nicht nur die Beleuchtung, sondern auch der Sonnenschutz gesteuert und die Leinwand bedient werden. Wenige beschriftete Schaltflächen sorgen dafür, dass auch der ungeübte Benutzer schnell Zugang findet und bei allen technischen Möglichkeiten den Überblick behält. Schnittstellen zur Medientechnik ermöglichen ein Eingreifen in die Lichtsteuerung auch vom Rednerpult aus. So kann von dort der Beamer bedient und gleichzeitig das Licht im Saal

 Modernisierter Bungalow in Ratingen, Deutschland



4 Die Würzburger Residenz



gedimmt werden. Damit sich auch individuelle Wünsche erfüllen lassen, sind alle Leuchtengruppen nicht nur über die vorbereiteten Szenarien, sondern auch manuell regelbar und können einzeln gedimmt werden.

Der Busch-Installationsbus EIB/KNX schaltet automatisch die Wegbeleuchtung ein und aus, begrüßt mithilfe von Bewegungsmeldern willkommene Gäste und schreckt unwillkommene ab.

Maximalen Kundenservice ermöglicht die Anbindung des Systems an das Steigenberger-interne Computernetzwerk. Über diese EIB/LAN-Schnittstelle ist es möglich, von jedem Mitarbeiter-PC aus in die Lichtsteuerung einzugreifen. Selbst in der Küche findet der Busch-Installationsbus® EIB/KNX Verwendung. Die einzelnen Bereiche, von der Vorspeisen-Station bis zur Patisserie, sind in verschiedene Leuchtengruppen unterteilt, die alle getrennt schaltbar sind. So wird Energie gespart, denn im Tagesverlauf sind immer nur bestimmte Bereiche besetzt, und nur diese sind dann auch beleuchtet. Das Gleiche gilt für die Treppenhäuser und Flure, die je nach Tageszeit mit unterschiedlicher Intensität erhellt werden.

So tragen die Produkte von Busch-Jaeger im Hotel de Saxe nicht nur zur

5 Hotel de Saxe in Dresden



Abrundung des Designs bei, sondern sorgen auch für zeitgemäßen Komfort und wirtschaftlichen Energieeinsatz hinter den historischen Fassaden.

Technologie für ein schwimmendes Haus

Ein ganz besonderer Einsatzort für die Gebäudesystemtechnik von Busch-Jaeger liegt an der Kieler Förde in Deutschland. Hier wurde der Prototyp des ersten schwimmenden Niedrigenergiehauses vom Stapel gelassen. Neuartig kombiniert sind bei dem Projekt „Living On Water 1“ ökologische Bautechniken, regenerative Energieversorgung und moderne Installationssysteme von Busch-Jaeger .

Das Wohngebäude in moderner Holz-Glas-Bauweise wird von einem unter Wasser liegenden Stahlschwimmkörper getragen. Die Energiegewinnung erfolgt über eine Photovoltaik-Anlage auf dem Dach, einen Wärmetauscher unter dem Schwimmhaus und einen Holzpelletofen im Wintergarten.

Die großzügig verglaste „Villa auf dem Wasser“ bietet 365 Tage im Jahr ungetrübten Blick auf Naturschauspiele. 140 Quadratmeter überdachter Wohnraum mit Außenterrassen verteilen sich auf drei Etagen, bzw. „Decks“. Modernes Interieur und edle Materialien setzen die geradlinige Formensprache der Außenarchitektur fort.

Den hohen Anspruch an die Ausstattung spiegelt auch die Gebäudesystemtechnik wider, die – so die Maßgabe der Bauherren – den Standards eines exklusiven Wohnhauses an Land in nichts nachstehen sollte. Die Basis bil-

det auch hier der Busch-Installationsbus® EIB/KNX, mit dem Beleuchtung, Heizung, Lüftung und Sicherungseinrichtungen im Schwimmhaus flexibel vernetzt und komfortabel geregelt werden können.

Formschönes Steuerelement für die Technologie ist auch hier das Controlpanel von Busch-Jaeger. Zentral im Küchenbereich auf dem Hauptdeck platziert, fügt es sich elegant in die modern-sachliche Innenarchitektur. Auf einem LCD-Bildschirm wird im Hauptmenü die gesamte Deckstruktur des Schwimmhauses vom Unterdeck bis zur Sonnenterrasse angezeigt.

Die Bedienung ist einfach und intuitiv: Wird eine Touchfläche auf der Startseite berührt, gelangt man direkt in die Übersicht der Einzelfunktionen eines Raumes. Auf dem Display werden dann die aktuellen Zustände – zum Beispiel Temperaturwerte – angezeigt, die sich per Fingertipp verändern lassen.

Licht, Heizung, Kühlung, Uhrzeit, Temperatur, Störungsanzeigen, Timer – das Controlpanel zeigt auch hier seine ganze Vielseitigkeit. Zu den Funktionen, die das Wohnen im Schwimmhaus komfortabel machen, gehört zum Beispiel die Lichtszenensteuerung. Das Hauptdeck beherbergt Wohnräume mit Wintergarten, Küche und Bad sowie ein Sonnendeck, das auch als Anleger für eine Yacht genutzt werden könnte. Da alle Bereiche großzügig mit Lichtelementen ausgestattet sind, lassen sich Beleuchtungsatmosphären für jede Situation vorprogrammieren. Während am Abend

Welt des Komforts

6 Pilotprojekt „Schwimmendes Haus“



helles Allgemeinlicht in der Küche das Arbeiten erleichtert, werden der Essbereich und der Wintergarten in ein indirektes warmes Licht getaucht, das von Deckenleuchten über dem Esstisch akzentuiert wird. Außenleuchten an der Glasfassade und auf den Terrassen schaffen dazu eine angenehme Umgebungsstimmung.

Dies ist nur eine Szene von vielen möglichen. Um sie aufzurufen, reicht ein Tastendruck auf dem Touchscreen des Controlpanels. Zusätzlich sind alle Funktionen wie Beleuchtung, Heizung oder Unterhaltungselektronik auch über die Fernbedienung oder über Bedienelemente vor Ort steuerbar. Das multifunktionale Anzeige- und Bediengerät dient außerdem als Meldezentrale, die das Ansprechen von Sicherungseinrichtungen wie Bewegungsmeldern oder Fensterkontakten am Schwimmhaus sicht- und hörbar signalisiert.

Die Sicherheitseinrichtungen erhöhen gleichzeitig den Komfort: Beim Nachhausekommen oder Besuchen des Schwimmhauses geben Bewegungsmelder automatisch Licht. Auch der Küchenbereich wird beim Betreten beleuchtet – das ist besonders praktisch, wenn man keine Hand frei hat.

Wird es kühl im Schwimmhaus, macht es die Heizung gemütlich. Dabei sorgt der Busch-Installationsbus® EIB/KNX mit dem Controlpanel als Steuerelement dafür, dass die Wärmeregulierung be-

darfsgerecht und damit wirtschaftlich ist. Die Werte lassen sich für jeden Raum anzeigen, vorprogrammieren und verändern. Raumtemperaturregler ermöglichen zusätzlich eine direkte Regelung in den einzelnen Bereichen auf Deck.

Doch auch ohne eigenes Zutun erkennt die intelligente Gebäudesystemtechnik, wo sich Energie einsparen lässt. So melden zum Beispiel Fensterkontakte, ob ein Fenster offen steht. Die Heizung wird dann automatisch auf Frostschutz heruntergeregelt. Beim Verlassen des Hauses fährt die Anlage mithilfe der Abwesenheitsfunktion auf einen zuvor bestimmten Wert herunter.

Auch ohne eigenes Zutun des Benutzers erkennt die intelligente Gebäudesystemtechnik, wo sich Energie einsparen lässt.

Neben der zentralen Regulierung durch das Controlpanel steuern EIB-Sensoren in jedem Raum das Licht, die Sicherheitseinrichtungen oder die Unterhaltungselektronik ganz nach den Bedürfnissen der Bewohner. Die Einfach- und Mehrfach-Bedienelemente verfügen über beschriftbare Wippen, Beleuchtung und frei programmierbare Bedienflächen. Im Wintergarten bieten zum Beispiel zwei 4-fach-Sensoren zahlreiche Möglichkeiten: Während mit den oberen vier

Tasten die Lichter angewählt werden können, dienen die unteren Tasten der Fensterüberwachung.

Nach Wunsch kann zudem in jedem Raum Musik über Busch-AudioWorld® gehört werden. Die dazu passenden Lautsprecherkomponenten bieten hier beste Stereo-Klangqualität auf kleinstem Raum. Durch das Zusammenwirken architektonischer und gebäudetechnischer Aspekte vor eindrucksvoller Kulisse sind mit dem Projekt „Living on water 1“ ästhetisch und technisch neue Dimensionen erschlossen worden.

Komfort schließt Wirtschaftlichkeit mit ein

Steigende Energiepreise und die aktuelle Klimadiskussion haben dafür gesorgt, dass das Thema Energiesparen eine enorme Wichtigkeit erlangt hat. Moderne Gebäudesystemtechnik spielt gerade in diesem Bereich eine wichtige Rolle, denn mit ihr ist unter anderem eine besonders wirtschaftliche Heizungsregulierung möglich.

ABB hat es verstanden, in vielen Produkten und Systemen mit neuer Funktionalität den Komfort für den Benutzer zu erhöhen. Flexibilität und Vielseitigkeit sind nur zwei Stärken der intelligenten Gebäudesystemtechnik von Busch-Jaeger, die sowohl alte als auch neue Gebäude ins rechte Licht rückt und gleichzeitig auf effiziente Weise den Komfort und die Sicherheit erhöht.

Bernhard Doerstel

Busch-Jaeger Elektro GmbH
Ein Unternehmen der ABB-Gruppe
Lüdenscheid, Deutschland
bernhard.doerstel@de.abb.com

Weiterführende Literatur

Rohrbacher, H., Struwe, C.: „Intelligente Energieeffizienz“, ABB Technik 1/2008, S. 14–17
Steiger, O., Bloch, R., Kramer, B., et al.: „Drahtlose Erkennung“, ABB Technik 4/2007, S. 70–73

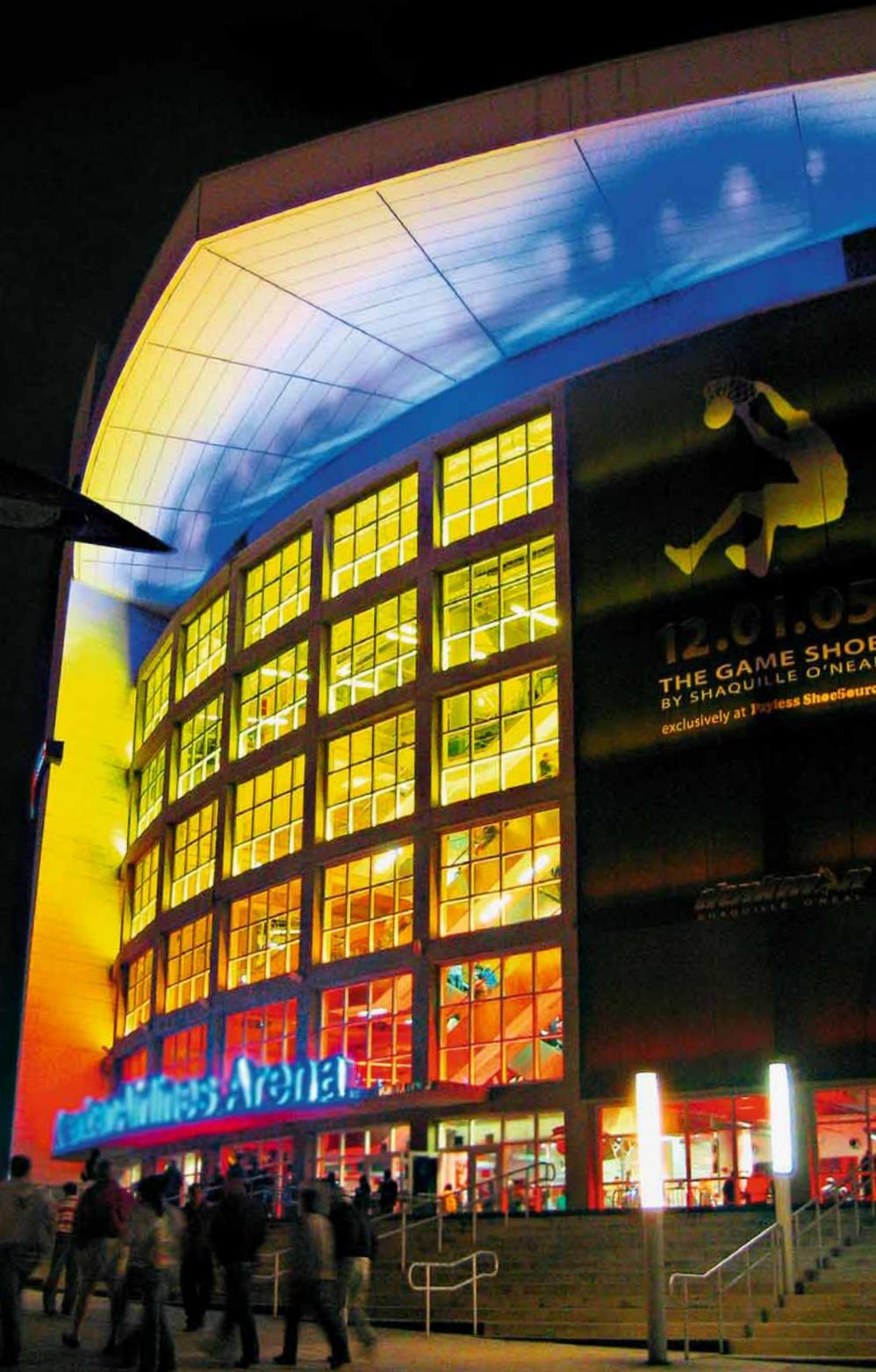
Unsichtbare Sicherheit

Elektrische Installationen in Gebäuden

Günter Schreiner, Gary Scardifield

Die Umwandlung der potenziell gefährlichen Elektrizität in ein sicheres, alltägliches Gebrauchsgut gehört zu den Meisterleistungen der Ingenieurskunst. Die meisten Menschen sind sich durchaus bewusst, dass die Berührung eines unter Spannung stehenden Drahtes schmerzhaft sein kann. Doch trotz der Allgegenwärtigkeit solcher Drähte in unseren Häusern wird ein hohes Maß an Sicherheit gewährleistet. Ein ausgeklügeltes System sorgt für die Sicherheit von Personen, der Installation selbst und des gesamten Gebäudes. Doch die Eleganz und Bedeutung solcher Installationen bleibt meist in Kellerräumen, Abstellkammern und hinter Putz verborgen.

Dieser Artikel soll einen Blick hinter die Kulissen bieten und einen Eindruck von der versteckten Technologie vermitteln, die tagtäglich zum Wohlergehen des Menschen beiträgt.



Technologie für den Menschen

Viele Menschen gehen von Zeit zu Zeit in den Keller, um eine Sicherung zu wieder einzuschalten, ohne sich der Aufgabe der verschiedenen Elemente im Zählerkasten bewusst zu sein. Es gibt eine Vielzahl verschiedener Bausteine, die in einem Haus installiert werden können. Als einer der führenden Hersteller von Geräten und Komponenten für private und kommerzielle Anwendungen bietet ABB nahezu alle erforderlichen Einheiten **1**.

Schutz gegen zu hohe Ströme

Eines der wichtigsten und am weitesten verbreiteten Geräte auf dem Gebiet des Haus- und Gebäudeschutzes ist der Sicherungsautomat **2**. Sicherungsautomaten dienen dem Leitungs- und Brandschutz, d. h. sie schützen Gebäude und Geräte vor den Folgen von Kurzschlüssen und Überlastung.

Ist zum Beispiel die Isolierung eines Kabels beschädigt, sodass sich zwei Kupferadern berühren, kommt es zu einem Kurzschluss. Dadurch entsteht ein hoher Stromfluss, der einen vorgeschalteten Sicherungsautomaten sofort auslöst. Der Kurzschlusschutz basiert auf einem elektromagnetischen Auslöser, der den Stromkreis öffnet und den Stromfluss unterbricht.

Auch die angeschlossenen Leitungen selbst werden durch den Sicherungsautomaten geschützt. Dazu muss der Automat für die zu erwartende Gesamtlast aller angeschlossenen Geräte ausgelegt sein. Sind zu viele Geräte angeschlossen oder ist die Stromaufnahme zu hoch, kann es zu einer permanenten Überlastung kommen, die zwar nicht das Niveau eines Kurzschlusses erreicht, aber ausreicht, um die Leitung zu erwärmen und einen Brand hervorzurufen. Überlastungen von längerer Dauer werden von einem Thermoelement im Sicherungsautomaten erkannt, das den

Stromkreis unterbricht, um solche Schäden zu verhindern.

Der umfassende dezentrale Einsatz solcher Sicherungsautomaten erhöht die sogenannte Schutzselektivität. Ist zum Beispiel eine Waschmaschine durch einen eigenen Sicherungsautomaten geschützt, wird im Falle einer Fehlfunktion nur die Waschmaschine abgeschaltet. Die Funktion aller anderen Geräte wird nicht beeinträchtigt. Je mehr Sicherungsautomaten für einzelne Anwendungen verwendet werden, desto geringer sind die Auswirkungen einzelner Vorfälle.

Ein weiterer Vorteil von Sicherungsautomaten ist ihre Wiederverwendbarkeit. Herkömmliche Sicherungen müssen nach jedem Auslösen ersetzt werden, d. h. es muss nicht nur eine ausreichende Menge an Ersatzsicherungen im Haus vorhanden sein, sondern es besteht auch die Gefahr, dass eine falsche Sicherung eingesetzt wird. Sicherungsautomaten müssen hingegen nicht ersetzt werden. Jeder Laie kann den betroffenen Stromkreis mithilfe eines Kippschalters wieder schließen (natürlich erst, nachdem das eigentliche Problem behoben bzw. das defekte Gerät vom Netz getrennt wurde).

Gut geschützt

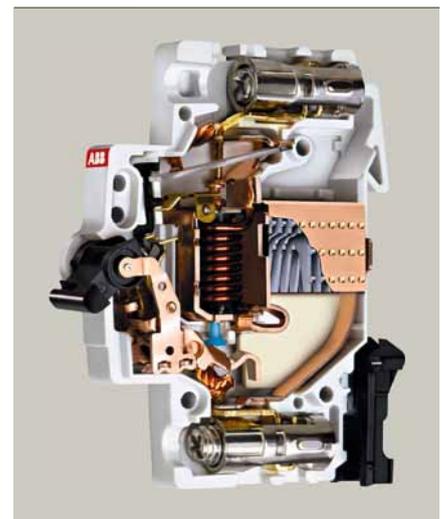
Eine weitere unverzichtbare Schutz-einrichtung sind sogenannte Fehlerstrom-Schutzschalter (FI-Schutzschalter). Nach internationalen und nationalen Standards müssen Steckdosen und mobile Einrichtungen für den Außenbereich in allen EU-Ländern durch FI-Schutzschalter geschützt sein. Die Schutzschalter erkennen Leckströme, die eine elektrische Leitung verlassen und gegen Erde abfließen, auch bei geringer Stromstärke. Wie beim Sicherungsautomaten gibt es einen Erkennungsmechanismus, der dafür sorgt, dass der Strom abgeschal-

tet wird, sobald der Leckstrom einen bestimmten Schwellwert erreicht.

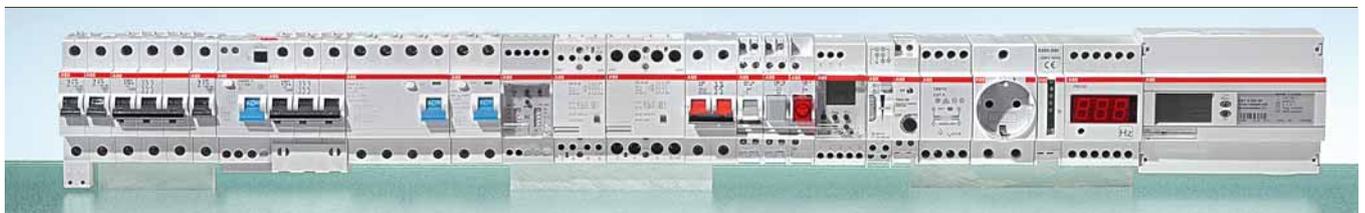
FI-Schutzschalter bieten drei Arten von Schutz:

- **Grundschutz:** Schützt Personen gegen elektrische Schläge. Dies kann die Isolierung eines Kabels oder das Gehäuse eines elektrischen Geräts sein. Ist der Grundschutz defekt und jemand berührt die fehlerhafte Stelle oder bei unachtsamem Umgang mit Elektrizität löst der FI-Schutzschalter aus und unterbricht den betroffenen Stromkreis. In diesem Fall bietet der FI-Schutzschalter zusätzlichen Schutz gegen elektrische Schläge.
- **Fehlerschutz:** Schützt den Benutzer gegen hohe Spannungen am Gehäuse des Geräts. Der FI-Schutzschalter schaltet den betroffenen Stromkreis ab und macht ein Berühren des Geräts ungefährlich.
- **Vorbeugender Brandschutz:** Dies ist notwendig, wenn ein Leckstrom von einer elektrischen Leitung über eine längere Zeit gegen Erde abfließt. In diesem Fall würde ein Sicherungsautomat aufgrund der niedrigen

2 Innerer Mechanismus eines Sicherungsautomaten



1 Die komplette Palette der Installationsgeräte von ABB



Stromstärke nicht abschalten, und es könnte zu einem Brand kommen. Stattdessen wird der betroffene Stromkreis durch den FI-Schutzschalter abgeschaltet.

Auch hier ist Selektivität von Bedeutung. So sollten nicht alle Steckdosen bzw. Lichtstromkreise in einem Gebäude über einen einzigen FI-Schutzschalter gesichert werden, da im Falle eines Fehlers die gesamte Beleuchtung ausfallen würde.

Schutz gegen Spannungsspitzen

Höhe Ströme sind nicht die einzige Gefahr, die in elektrischen Installationen lauert. Eine weitere Gefahrenquelle sind Überspannungen. So können in der normalen Netzspannung von 220 V bzw. 110 V plötzlich Spannungsspitzen mit erheblich höheren Werten auftreten (die aber nur von sehr kurzer Dauer sind). Diese Überspannungen können durch Blitzschläge, Schaltvorgänge oder große Lastveränderungen im Netz hervorgerufen werden und zum Versagen der Isolierung oder zur Beschädigung der angeschlossenen Geräte führen.

Tatsächlich sind Überspannungen die Hauptursache für Schäden an elektronischen Geräten im normalen kommerziellen und privaten Umfeld. Die möglichen Folgen solcher Schäden reichen von Störungen über Datenverlust bis hin zu Bränden. Besonders betroffen sind Geräte wie Computer, Drucker, Monitore, DVD-Spieler und Fernsehgeräte (um nur einige zu nennen).

Überspannungsschutzgeräte von ABB begrenzen die Spannungspegel und leiten Spannungsspitzen gegen Erde ab.

Geräte für den Komfort

Neben diesen speziellen Schutzgeräten bietet ABB eine Vielzahl von zusätzlichen Produkten, die dabei helfen, den Komfort, die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Energieeffizienz von elektrischen Installationen zu erhöhen. Dazu gehören:

Zeitschalter

Sie sorgen dafür, dass ausgewählte Steckdosen zu bestimmten vom Kunden festgelegten Zeiten automatisch ein- und ausgeschaltet werden.

Zeitrelais

Hiermit können verschiedene Zeitfunktionen wie automatische Unterbrechungen und verzögerte Starts oder Abschaltungen realisiert werden.

Dämmerungsschalter

Sie ermöglichen das Ein- und Ausschalten der Beleuchtung in Abhängigkeit eines einstellbaren Werts für die Umgebungshelligkeit.

Lastabwurfrelais

Ist der gleichzeitige Betrieb zweier

leistungsstarker Verbraucher (z. B. einer Speicherheizung und eines Heizlüfters) aus bestimmten Gründen nicht möglich, schaltet ein Relais das Gerät mit dem längerfristigen Betrieb (Speicherheizung) ab, wenn das kurzfristige Gerät (Heizlüfter) in Betrieb ist.

Energieverbrauchszähler

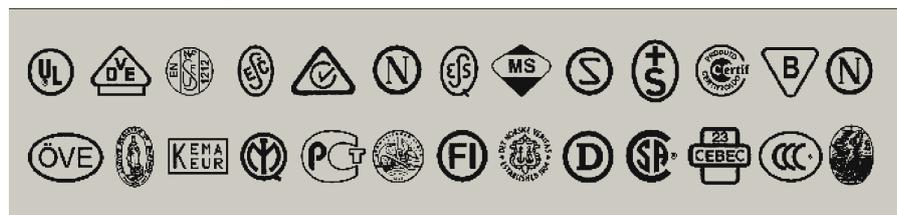
Diese Geräte ermöglichen die Messung des Energieverbrauchs einzelner Geräte oder Gebäudeteile, z. B. einzelner Apartments in einem Wohnhaus. Sie liefern einen einfachen Überblick über den Energieverbrauch und können zur effizienteren Nutzung elektrischer Energie beitragen.

Weltweite Zertifizierung

Überall auf der Welt unterliegt die elektrische Hausinstallationstechnik der Kontrolle regionaler Zulassungsstellen, um die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Effizienz der elektrischen Infrastruktur zu gewährleisten. Bevor ein Gerät auf den Markt gebracht und in Wohnräumen installiert werden kann, ist eine entsprechende Zulassung erforderlich.

ABB-Produkte, die in nahezu allen Ländern der Welt eingesetzt werden, besitzen alle erforderlichen Zulassungen und bieten dem Nutzer ein

3 Die Hausinstallationsgeräte von ABB sind weltweit zertifiziert.



4 Das Bundeskanzleramt in Berlin



5 Elektrische Installationstechnik, sicher untergebracht in Schaltschränken



Technologie für den Menschen

Höchstmaß an Schutz **3**. Doch nicht nur der Endverbraucher profitiert von der Zertifizierung und Standardisierung, sondern auch der Installateur, der die elektrische Anlage im Gebäude installiert. So bietet die Installation auf standardisierten Tragschienen zum Beispiel ein hohes Maß an Effizienz und Robustheit.

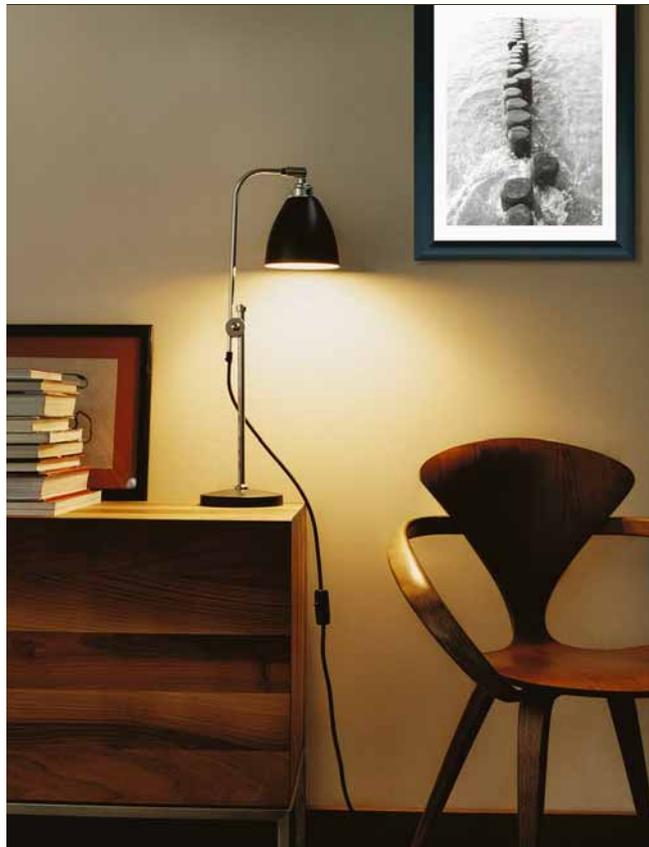
Sicherheit ohne Kompromisse

Alle bisher genannten Schutz- und Messeinrichtungen müssen so in einem Gebäude installiert werden, dass selbst unerfahrene oder unachtsame Personen nicht gefährdet werden, wenn sie mit der Installation in Berührung kommen. Um dies zu gewährleisten, werden die Geräte sicher auf standardisierten Tragschienen montiert, die wiederum in unbeweglichen, geschlossenen Schränken untergebracht sind.

Je nachdem, welche Anforderungen an das mit elektrischer Energie zu versorgende Gebäude gestellt werden, können diese Schränke eine beachtliche Größe erreichen. **4** zeigt das Bundeskanzleramt in Berlin. Im Untergeschoss des Gebäudes sorgt Installationstechnik von ABB für eine zuverlässige elektrische Infrastruktur **5**.

Typgeprüfte Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen (TSK) für bis zu 4.000 A garantieren nicht nur ein Höchstmaß an Sicherheit für Personen und Anlagen, sondern auch eine maximale Verfügbarkeit der Energieversorgung in kommerziellen und industriellen Umgebungen. Ein einzigartiger Vorteil für den Endnutzer ist die breite Palette von verfügbaren typgeprüften Gehäusen, angefangen bei 125 A für eine kleine Unterverteilung bis hin zu 4.000 A für eine Hauptverteilung in einem Schaltschrank der Reihe TriLine-R. Bei den Typprüfungen werden verschiedenen Kombinationen von Gehäusen und Geräten auf Herz und Nieren geprüft, um die erforderliche Zuverlässigkeit und Sicher-

6 Die Frontplatte eines Stromkreisverteilers sieht aus wie ein Bild und ermöglicht so eine dekorative Platzierung innerhalb des Hauses.



heit für den Benutzer sicherzustellen. Solche Prüfungen werden von zertifizierten, unabhängigen Zulassungsstellen dokumentiert. Dadurch wird nicht nur die Eignung von Installationen für einen bestimmten Zweck, sondern auch deren korrekte Dimensionierung sichergestellt. Die Produkte von ABB kommen in solch anspruchsvollen Umgebungen wie Krankenhäusern, Sportstadien, Einkaufszentren, Banken oder Bürogebäuden erfolgreich zum Einsatz.

Wenn es um die sichere Installation in Wohngebäuden geht, spielen für den Kunden zusätzliche Aspekte eine Rolle. Dazu gehört zum Beispiel ein attraktives Äußeres von Schaltschränken, die sich im Wohnbereich eines Hauses befinden.

Die ABB-Stromkreisverteiler der Serie UK 500 tragen diesen zusätzlichen Wünschen der Kunden Rechnung. Sie zeichnen sich durch ein harmonisches Zusammenspiel aus attraktivem Design, fortschrittlicher Technologie und hochwertiger Ausführungsqualität

aus. Die Stromkreisverteiler vom Typ UK 500 sind für die Auf- und Unterputzmontage erhältlich und können auch in Hohlwänden oder teilversenkt montiert werden. Durch attraktive Türvarianten in interessanten Designs entsteht ein technisches Produkt, das auch dekorative und gestalterische Anforderungen erfüllt und sich nicht nur ideal in seine Umgebung einfügt, sondern auch als Blickfang wirkt **6**. Die breite Palette der modularen Schaltschränke von ABB für die Wand- und Standmontage bietet jedem Kunden die Möglichkeit, eine individuelle und ökonomische Konfiguration zu finden.

Komfortable Sicherheit

Die besten Technologien sind häufig diejenigen, die unsichtbar bleiben, weil sie sich stets genau so verhalten, wie es der Benutzer instinktiv erwartet. Dies gilt auch für die Technologie von ABB. Ganz gleich, ob sich viele Menschen ein Flutlichtspiel im Stadion

ansehen oder in der klimatisierten Umgebung eines hell erleuchteten Einkaufszentrums einkaufen, Technologie von ABB sorgt für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb der elektrischen Infrastruktur in Wohn- und Nutzgebäuden.

Günter Schreiner

ABB STOTZ KONTAKT GmbH
Heidelberg, Deutschland
gunter.schreiner@de.abb.com

Gary Scardifield

ABB Stiebel & John GmbH
Sasbach, Deutschland
gary.scardifield@de.abb.com

Quell des Lebens

Wasserversorgungstechnologie im Kampf gegen die globale Süßwasserknappheit

Heinrich-Martin Schreyer

Wasser bedeckt zwei Drittel der Erdoberfläche, macht 75 % des menschlichen Körpers aus und gehört zu den Elementen, die das Leben auf der Erde erst ermöglicht haben. Obwohl es genügend Wasser auf der Erde gibt, um den Bedarf einer wachsenden Bevölkerung zu decken, ist der für den Menschen nutzbare Anteil sehr gering. Etwa ein Drittel der Weltbevölkerung lebt heute in Regionen mit Wasserknappheit. Laut Schätzungen könnten es im Jahr 2025 bereits zwei Drittel sein. Einer der Gründe hierfür ist die Wasserqualität. In vielen besiedelten Gebieten sind die Wasservorkommen durch übermäßige Nutzung und Verschmutzung für den Menschen untrinkbar und unbrauchbar geworden. Ein weiterer Grund ist die mangelnde Effizienz, mit der das Wasser genutzt wird. Zudem tragen ineffektive Transport- und Verteilnetze zu einer mangelhaften Versorgung und hohen Verlusten bei.

ABB unterstützt die Wasserwirtschaft mit neuer und verbesserter Technologie bei der Gewinnung von nutzbarem Wasser und der Wiederverwendung von aufbereitetem Abwasser.



Wasser ist eine wertvolle Ressource, doch leider nimmt das Angebot an Süßwasser ab, während der Bedarf stetig steigt. Der Mangel an Süßwasser hemmt die wirtschaftliche Entwicklung – Industrien benötigen Wasser, um zu wachsen – und senkt den Lebensstandard. Ein Großteil des verfügbaren Süßwassers wird von der Landwirtschaft benötigt, wo besonders im Bereich der Bewässerung Ineffizienz und verschwenderischer Umgang an der Tagesordnung sind. Hinzu kommt, dass immer mehr Wasser durch Verschmutzung unbrauchbar gemacht wird. Viele Länder haben die kritische Bedeutung eines sparsameren Umgangs mit dieser wertvollen Ressource erkannt und suchen nach neuen Möglichkeiten, um ihre Wasserprobleme zu lösen.

Mit langjähriger Erfahrung und einem umfassenden Angebot an Produkten und Dienstleistungen unterstützt ABB die Wasserwirtschaft bei der Verbesserung der Wasserqualität und -versorgung dort, wo es nötig ist. Speziell im Bereich der Elektrotechnik und Automatisierung kann ABB zur Entwicklung, Optimierung und Instandhaltung umfangreicher Wasserversorgungsnetze auf der ganzen Welt beitragen. In folgenden Bereichen wurden solche Verbesserungen bereits erzielt bzw. werden zurzeit umgesetzt:

- Modernisierung von Entsalzungsanlagen
- Modernisierung von Wassertransportsystemen
- Messsysteme für den Pumpenwirkungsgrad
- Wasserverteilungssysteme
- Leckagemanagementsysteme

Entsalzung

Das Problem der Süßwasserknappheit kann auf verschiedene Weise in Angriff genommen werden – etwa durch effektivere Bewässerungssysteme oder den Anbau weniger wasserintensiver Pflanzen. Da unser Planet über reichlich Salzwasser verfügt, ist die Entsalzung von Meerwasser zur Gewinnung von Trinkwasser und Wasser für die Bewässerung eine weitere Option.

1 Die Entsalzungskapazität der Umkehrosmose-Entsalzungsanlage RO-1 in Saudi-Arabien wurde um 50.400 m³ pro Tag gesteigert.



In sehr wasserarmen Regionen ist dies oft die einzige Möglichkeit zur Gewinnung von Süßwasser.

Zur Entsalzung von Meerwasser haben sich drei Hauptverfahren herauskristallisiert:

- **Mehrstufen-Entspannungsverdampfung (Multi-Stage-Flash, MSF).** Dieses Verfahren wird in großen Anlagen eingesetzt. Hierbei handelt es sich um ein mehrstufiges Destillationsverfahren, bei dem das Meerwasser erhitzt und der Umgebungsdruck gesenkt wird, sodass das Wasser schlagartig verdampft. In jeder Stufe ist der Druck niedriger als in der vorherigen.
- **Mehreffekt-Destillation (Multiple-Effect-Distillation, MED).** Bei diesem in mittelgroßen Anlagen eingesetzten Verfahren kommt mehr als eine Verdampfungskammer (bzw. mehr als ein „Effekt“) zum Einsatz. Das Meerwasser wird in mehreren Stufen mit abnehmendem Druck verdampft, wobei der Dampf aus einer Stufe zur Erwärmung der nächsten genutzt wird. Lediglich für die erste Stufe mit dem höchsten Druck wird eine externe Wärmequelle benötigt.
- **Umkehrosmose (Reverse Osmosis, RO).** Hier wird Brack-¹⁾ oder Meerwasser in einem geschlossenen Behälter mit hohem Druck durch eine durchlässige Membran gepumpt. Dabei bleibt auf der einen Seite eine konzentrierte Sole und auf der anderen Seite Trinkwasser zurück. Früher wurde die Umkehrosmose vornehmlich in kleinen und mittel-

großen Anlagen eingesetzt. Da sie jedoch als kostengünstigstes Entsalzungsverfahren gilt, kommt sie heute auch in großen Anlagen zum Einsatz.

Die Entsalzung erfordert viel Energie und gilt insbesondere im Vergleich zur Abwasseraufbereitung als kostspielige Lösung. Je nach verwendetem Entsalzungsverfahren machen die Energiekosten zwischen 20 % und 60 % der Gesamtproduktionskosten aus, wobei der Energieaufwand bei der RO am geringsten und beim MSF-Verfahren am höchsten

ist. Allerdings sind die Produktionskosten in Entsalzungsanlagen in den letzten Jahrzehnten um mehr als das Vierfache gesunken. ABB arbeitet daran, diese Kosten durch die Entwicklung hocheffizienter elektrischer Anlagen weiter zu reduzieren.

Weltweit sind mehr als 13.000 Entsalzungsanlagen in Betrieb [1]. Der rasche Aufschwung im Nahen Osten in den letzten Jahren brachte die Notwendigkeit einer grundlegenden Infrastruktur mit Strom- und Wasserversorgung mit sich. So ist es nicht verwunderlich, dass ein Großteil der weltweit installierten Entsalzungsanlagen dort zu finden ist²⁾. An der Modernisierung einer dieser Anlagen, der RO-Entsalzungsanlage in Yanbu, Saudi-Arabien, war ABB maßgeblich beteiligt.

Entsalzungsanlage in Yanbu

Die Entsalzungsanlage RO-1 **1** im saudi-arabischen Yanbu umfasst sechs Entsalzungsstraßen mit Hochdruckpumpen **1**. Durch die Modernisierung wurde die installierte Entsalzungskapazität um 50.400 m³ auf 146.000 m³ pro Tag gesteigert. Die Royal Commission of Jubail and Yanbu beauftragte die SBG-PCM Division als Generalunternehmer, und ABB erhielt den Auftrag für die Bereitstellung der elektrischen Hauptkomponenten wie Mittelspannungsschaltanlagen, Transformatoren, Niederspannungsschaltanlagen, Motorsteuerungen, des Anlagenleitsystems und eines Trainings-simulators für den Anlagenbetrieb. Das Projekt wurde im März 2007 fertiggestellt.

Wassertransportsysteme

Wassertransportsysteme (Water Transmission Systems, WTS) bringen das Wasser dorthin, wo es gebraucht wird. Ein WTS besteht aus Mehrpunkt-zu-Mehrpunkt-Verbindungen, die sich über mehrere hundert Kilometer vom Ort der Gewinnung bis zu den Verbrauchsschwerpunkten erstrecken.

Das Wasser wird aus natürlichen Quellen wie Brunnenfeldern, Flüssen oder Seen bzw. aus künstlichen Ressourcen wie Dämmen, Aufbereitungsanlagen oder Entsalzungsanlagen gewonnen und am Ende der Transportleitungen in stadtnahe Speicherbecken verteilt. Kommt es im WTS zu

Engpässen in der Versorgung, müssen diese beseitigt werden, bevor die Speicherbecken leer sind.

Die Verfügbarkeit ist hier wichtiger als Kosteneffizienz. Am Beispiel des Shoaiba WTS-Projekts ² im Westen Saudi-Arabiens hat ABB gezeigt, wie

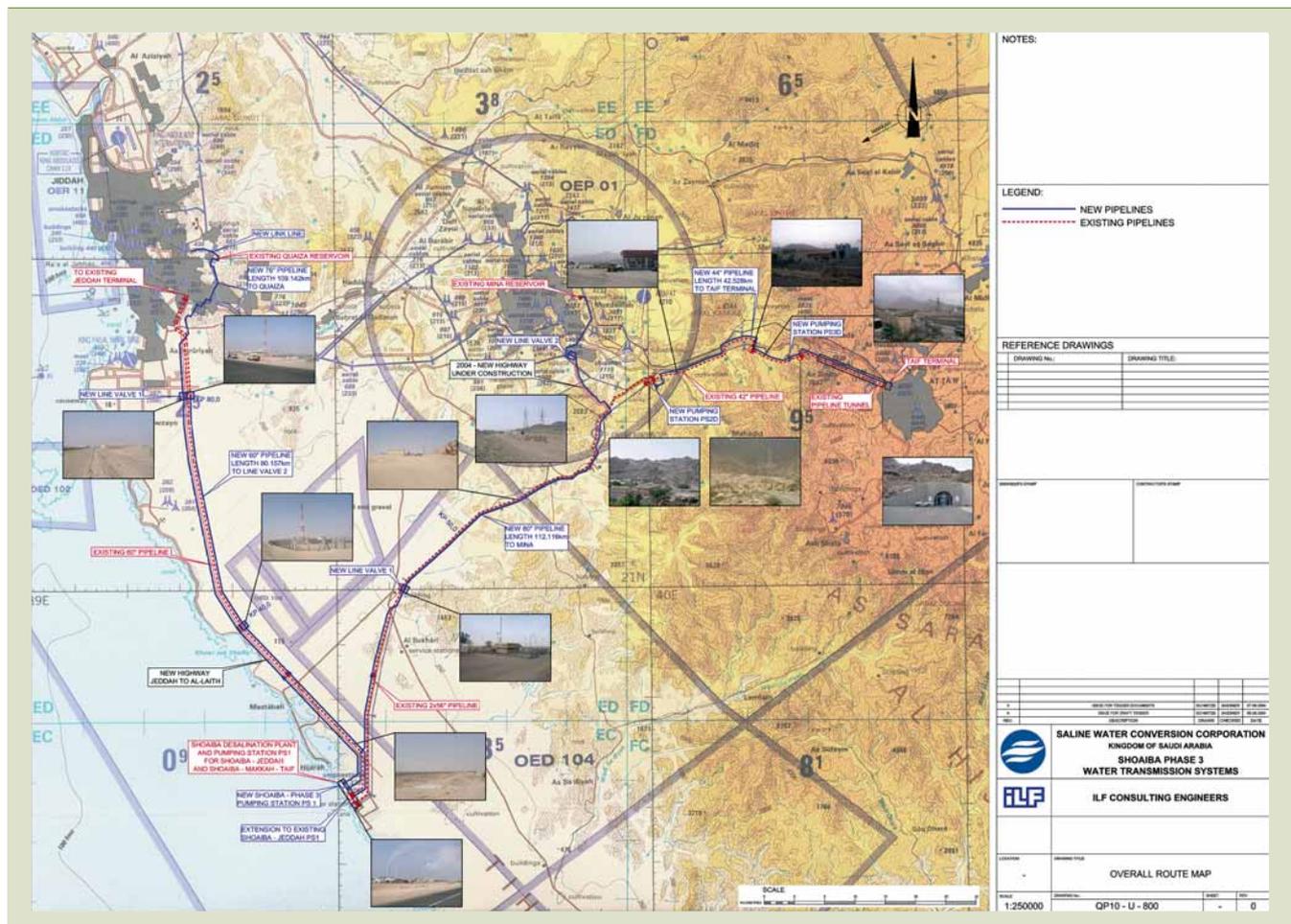
Fußnoten

- ¹ Aufgrund des niedrigeren Salzgehalts ist die Entsalzung von Brackwasser meist kostengünstiger als die von Meerwasser.
- ² Laut dem 19th IDA Worldwide Desalting Plant Inventory wurde bis zum 31. Dezember 2005 eine Kapazität von 47 Mio. m³ in Auftrag gegeben. Ein Vergleich der durchschnittlichen in Auftrag gegebenen Kapazität in den Jahren 2001 bis 2005 und den fünf Jahren davor deutet auf ein Wachstum des Markts für neue Kapazität von 25 % pro Jahr hin. 33 % der neuen Kapazität in den letzten zwei Jahren wurde von Kunden am Persischen Golf in Auftrag gegeben.

Tabelle 1 Steigerung der Förderleistung durch das WTS-Projekt Shoaiba

Pipeline	Shoaiba Jeddah	Shoaiba Quiza	Shoaiba Mina	Makkah Taif PS 2D	Makkah Taif PS 3D
Anfängliche Kapazität	60 MIGD	65 MIGD	100 MIGD	40 MIGD	40 MIGD
Endgültige Kapazität	60 MIGD	130 MIGD	127 MIGD	40 MIGD	40 MIGD
Druckerhöhungspumpen anfänglich	3 + 1 x 900 kW	2 + 1 x 1.500 kW	4 + 1 x 1.400 kW	-	-
Druckerhöhungspumpen endgültig	3 + 1 x 900 kW	4 + 1 x 1.500 kW	5 + 1 x 1.400 kW	-	-
Hauptpumpen anfänglich	3 + 1 x 3.100 kW	2 + 1 x 2.800 kW	4 + 1 x 10.300 kW	3 + 1 x 7.800 kW	3 + 1 x 7.800 kW
Hauptpumpen endgültig	3 + 1 x 3.100 kW	4 + 1 x 7.300 kW	5 + 1 x 10.300 kW	3 + 1 x 7.800 kW	3 + 1 x 7.800 kW

² Das Projekt Shoaiba WTS P3, das zurzeit im Westen Saudi-Arabiens umgesetzt wird, umfasst ein 344 km langes Pipelinesystem, mit dem entsalztes Wasser zu den Städten Jeddah, Taif und zur Heiligen Stadt Mekka transportiert werden soll.



3 Das Sarir-Sirt/Tazerbo-Benghazi-Pipelinesystem ist Teil des Great Man-Made River Project (GMR), über das die Bevölkerung an der Nordküste Libyens mit ausreichend Wasser versorgt werden soll.



die Verfügbarkeit durch ein redundantes Design und mithilfe zuverlässiger Elektrik und Leittechnik erhöht werden kann.

WTS Shoaiba

Die Phase drei des Shoaiba WTS-Projekt umfasst ein 344 km langes Pipelinesystem, das entsalztes Wasser zu den Städten Jeddah, Taif und Mekka transportieren soll. Auftraggeber ist die Saline Water Conversion Corporation (SWCC). Die Pumpstationen und der Bau der Wasserpipeline wurden an ein Konsortium bestehend aus den Unternehmen Saudi Services for Electro Mechanic Works Co., Ltd. (SSEM), Al-Rashid Trading and Contracting Company (RTCC) und HAK vergeben. SSEM beauftragte ABB mit der Bereitstellung bzw. der Erweiterung wichtiger elektrischer Komponenten wie Hochspannungsschaltanlagen, Mittelspannungsschaltanlagen, Mittelspannungsmotoren, Transformatoren, Niederspannungsschaltanlagen, Motorsteuerungen sowie der Bereitstellung des Leitsystems und eines Leckerkennungssystems für die Pipeline. Ziel des in der Umsetzung befindlichen Projekts ist eine deutliche Kapazitätserhöhung der Pipeline

Infobox 1

Sarir-Sirt/Tazerbo-Benghazi-WTS

Das Sarir-Sirt/Tazerbo-Benghazi-Pipelinesystem ist ein Teil des Great Man-Made River-Projekts (GMR) 3. Im Süden Libyens befinden sich unter der Wüste bedeutende Süßwasservorkommen, die sich größtenteils vor 15.000 bis 35.000 Jahren in vier großen unterirdischen Becken gebildet haben. Im Rahmen des GMR-Projekts soll dieses Wasser an die Nordküste des Landes transportiert werden, wo ein Großteil der libyschen Bevölkerung lebt.

Die Great Man-Made River Authority (GMRA) beauftragte ABB mit der Bereitstellung des Automatisierungssystems, eines Pipelinesimulators und der Instrumentierung. Das Pipeline-Simulationssystem soll das hydraulische Verhalten des Wassers bis zu 14 Tage im Voraus modellieren und der GMRA dabei helfen, das gesamte komplexe Wasserversorgungssystem von den Brunnenfeldern bis zu den Speicherbecken an der Küste bedarfsgerecht zu betreiben. Das Projekt wird zurzeit ausgeführt.

Messsystem für den Pumpenwirkungsgrad

Das fortschrittliche Pump Efficiency Metering System (PEMS) 4 auf der

Basis patentierter ABB-Technologie überwacht und protokolliert kontinuierlich den Durchfluss und Wirkungsgrad sämtlicher Pumpen. Ausgehend von einem thermodynamischen Messverfahren (gemäß der Norm BS EN ISO 5193³⁾) berechnet das PEMS den Pumpenwirkungsgrad anhand der Wassertemperaturen, der Wasserdrücke und der Motorleistung der einzelnen Pumpen. Äußerst empfindliche und genau kalibrierte Temperatursensoren messen hierbei die Wassertemperaturen auf der Saug- und Druckseite der Pumpe.

Eine der Schlüsselkomponenten des PEMS ist der hochgenaue Differenz-Temperatur-Messumformer (High Accuracy Delta-T Transmitter, HADTT), der eigens für diese Anwendung entwickelt und patentiert wurde. Der HADTT ermöglicht eine äußerst genaue Messung von Temperaturunterschieden (im mK-Bereich) und gewährleistet eine hohe Langzeitstabilität durch Voralterung bei der Fertigung. Darüber hinaus sorgen intelligente Druckmessumformer von ABB mit einer typischen Genauigkeit von 0,075 % für eine hohe Flexibilität in den Messbereichen.

Die kontinuierliche Messung von Pumpenwirkungsgrad und Durchfluss ermöglicht es dem Bediener, die wirtschaftlichste Pumpe bzw. Pumpenkombination zu wählen und somit Energie und Kosten zu sparen. Mehr als 95 % der Lebenszykluskosten einer Pumpe sind Energiekosten. Die PEMS-Software analysiert die aufgezeichneten Wirkungsgrade und schlägt spezifische Wartungsarbeiten im Rahmen einer vorausschauenden und vorbeugenden Instandhaltung vor.

Wasserverteilungssysteme

Wasserverteilungssysteme (Water Distribution Systems, WDS) sind vermaschte Netze, die aus Tausenden Kilometern Leitung bestehen können. Das Wasser wird aus natürlichen Quellen, Aufbereitungsanlagen oder Entsalzungsanlagen gewonnen. Ein

Fußnote

³ BS EN ISO 5198: Kreiselpumpen (Radial-, Halbaxial- und Axialkreiselpumpen) – Regeln für die Messung des hydraulischen Betriebsverhaltens – Präzisionsklasse

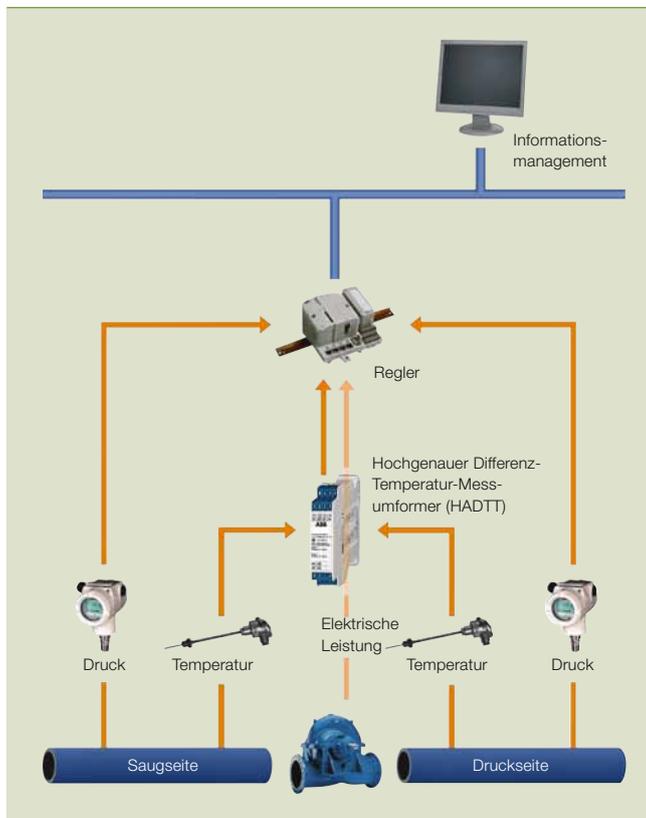
WDS endet an den Versorgungsleitungen von Industrie- und Wohngebäuden, landwirtschaftlichen Flächen oder privaten Haushalten. In einigen Regionen gibt es zwei Systeme: eines zur Versorgung von landwirtschaftlichen Betrieben und Grünflächen mit aufbereitetem Wasser oder Süßwasser, und eines zur Verteilung von Trinkwasser für den menschlichen Bedarf.

Angesichts der zunehmenden Knappheit werden neue Verfahren benötigt, um das verfügbare Wasser zu nutzen, ohne die Kosten weiter in die Höhe zu treiben.

Das Ziel der Betreiber ist die kontinuierliche Versorgung mit Wasser in einer bestimmten Qualität zu möglichst niedrigen Kosten. ABB hilft Wasserversorgern wie der Sanitary Authority Makkah al Mukarramah in Saudi-Arabien dabei, die Verfügbarkeit von Pumpstationen durch die Konzeption und Bereitstellung geeigneter und zuverlässiger elektrischer Systeme und Leittechnik zu erhöhen, um dieses Ziel zu erreichen. SCADA-Systeme von ABB unterstützen bei der Optimierung von Wasserverteilungs- und Bewässerungssystemen und helfen dabei, Wasserleckagen im wirtschaftlichen Rahmen zu minimieren.

Pumpstation Makkah Al Mukarramah
Die 2004 fertiggestellte Pumpstation Makkah al Mukarramah ⁵ pumpt Trinkwasser in mehrere Speicherbecken und Wassernetze, die mit der Heiligen Stadt Mekka verbunden sind. Das Wasser wird mithilfe von Pumpen bzw. der Schwerkraft über eine DN 1600-Saugleitung mit einem Abzweig zum Speicherbecken Arafat in vier mögliche Auslassleitungen mit Querschnitten zwischen DN 800 und DN 1100 gefördert. ABB war als Auftragnehmer für alle mechanischen Arbeiten, die Installation elektrischer Systeme wie Mittelspannungsschaltanlagen, Mittel-

4 Das Messsystem für den Pumpenwirkungsgrad (PEMS) von ABB berechnet den Pumpenwirkungsgrad anhand der Wassertemperaturen, Wasserdrücke und der Motorleistung jeder einzelnen Pumpe.



spannungsmotoren, Transformatoren, Notstromversorgung, Niederspannungsschaltanlagen, der Instrumentierung und eines Automatisierungssystems sowie für das SCADA-System des Pipelinenetzes verantwortlich.

Leckagemanagement

Eines der größten Probleme, mit denen viele Wasserversorgungsunternehmen in Entwicklungsländern zu kämpfen haben, sind Wasserverluste in Form von nicht verrechnetem Wasser (Non-Revenue Water, NRW), d. h. die Differenz zwischen der in das Verteilungssystem eingebrachten und der bei den Kunden abgerechneten Wassermenge. Große Teile des NRW resultieren aus tatsächlichen Verlusten (durch Leckagen) oder Scheinverlusten

Fußnote

⁴⁾ Neben echten und scheinbaren Verlusten umfasst das NRW auch „befugte“ kostenfreie Verbräuche, z. B. durch Feuerwehren oder religiöse Einrichtungen. Das NRW ist ein wichtiger Indikator für die Qualität eines Wasserverteilungssystems.

(durch Diebstahl oder ungenaue Messungen).⁴⁾

Das Wassernetz im Großraum Bangkok gehört zu den größten der Welt. Über ein 24.328 km langes Leitungsnetz auf einer Fläche von 1.855 km² versorgt es jährlich ca. 13 Mio. Menschen in Bangkok, Nontaburi und Samutprakarn mit 1.628 Mio. m³ Trinkwasser. Bisher belief sich der NRW-Anteil der Metropolitan Water Authority (MWA) auf über 40 %. Mit dem Wunsch, diesem Wert auf maximal 30 % zu senken, wandte sich die MWA an ABB, die daraufhin ihre Leckagemanagementsoftware WLMS (Water Leakage Management Software) installierte. Das WLMS-System berechnet die Wasserverluste an 1.000 Messpunkten im Großraum Bangkok und ermöglicht so die Eingrenzung und schnelle Behebung von Leckagen.

NEPTUNE

Angesichts der zunehmenden Süßwasserknappheit werden neue Verfahren benötigt, um das verfügbare Wasser zu nutzen, ohne die Kosten weiter in die Höhe zu treiben. Im Frühjahr 2007 riefen elf Unternehmen und Universitäten

Factbox 2 Am NEPTUNE-Projekt beteiligte Unternehmen und Universitäten

- Imperial College of Science, Technology and Medicine, London
- University of Sheffield
- University of Exeter
- The Chancellor, Masters and Scholars of the University of Cambridge
- Lancaster University
- De Montfort University, Leicester
- University of Leicester
- Yorkshire Water Services Ltd
- Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC)
- United Utilities PLC
- ABB

Infobox 3 Die Hauptforschungsschwerpunkte des NEPTUNE-Projekts

1. Sensoren, Daten und Wissen

Ziel ist die Entwicklung pragmatischer, robuster und neuartiger Verfahren und Technologien (z. B. Sensoren und Kommunikationstechnik sowie künstliche Intelligenz und mathematische Simulationstechnologien) zur Analyse des Systemverhaltens in Echtzeit.

2. Druckmanagement

Hauptziel ist die Entwicklung eines neuen Ansatzes und praktischer Werkzeuge für das Druckmanagement zur Verbesserung von Kundenservice, Effizienz und Nachhaltigkeit von Wasserverteilungssystemen sowie die versuchsweise Implementierung in Verbindung mit Energiemanagement und Leckagereduktion.

3. Risikobasierte Entscheidungsunterstützung

Ziel ist die Entwicklung eines integrierten, risikobasierten Entscheidungsunterstützungssystems zur Evaluierung von (taktischen und strategischen) Interventionsstrategien, die bei der Entscheidungsfindung für einen nachhaltigen Betrieb von Wasserversorgungssystemen helfen.

Infobox 2 ein Forschungsprojekt⁵⁾ mit dem Ziel ins Leben, die Kosten der Wasserverteilung zu senken und die Versorgungsqualität zu steigern. Das Projekt mit dem Namen NEPTUNE umfasst folgende Bereiche:

- Druck- und Energiemanagement
- Informationsmanagement
- Entscheidungsunterstützungstools

Das Projekt hat drei Hauptforschungsschwerpunkte **Infobox 3**, die jeweils mehrere Arbeitspakete umfassen.

Bei einem erwarteten Wachstum von 9 % sind Wasserwerke gezwungen, ihre Betriebs- und Wartungsaktivitäten zu modernisieren und zu optimieren.

Ein wachsender Markt

Für den globalen Wassermarkt wird ein jährliches Wachstum von 9 % erwartet. Wie in anderen Industrieanlagen müssen auch in Wasserwerken die Betriebs- und Wartungsaktivitäten

modernisiert und optimiert werden. Effiziente Automatisierungssysteme und -prozesse helfen dabei, die Betriebs- und Wartungskosten zu senken und die Zusammenarbeit zwischen Wasserversorgungsanlagen über große Gebiete hinweg zu vereinfachen.

Dank ihrer soliden Technologiebasis und ihrem Know-how insbesondere auf dem Gebiet der elektrischen Systeme und Automatisierungsprozesse hat ABB gute Chancen, ein beträchtliches Wachstum auf diesem Markt zu verzeichnen. Um dies zu unterstützen, wurde Mitte 2007 eine strategische Initiative mit den Schwerpunkten Technologieimplementierung, Marketing und Vertrieb für den Wassermarkt ins Leben gerufen.

Wasser ist die Quelle unseres Lebens, und neue Impulse für die Wasserversorgung bedeuten, dieses Leben zu erhalten und zu sichern.

5 Die Pumpstation Makkah al Mukarramah versorgt mehrere Speicherbecken und Wassernetze der Heiligen Stadt Mekka mit Trinkwasser.



Heinrich-Martin Schreyer

ABB Power Systems
Mannheim, Deutschland
heinrich-martin.schreyer@de.abb.com

Fußnote

⁵⁾ Der offizielle Titel des Projekts lautet: „Delivering sustainable water systems by optimizing existing infrastructures via improved knowledge, understanding and technology – Project NEPTUNE“.

Literaturhinweis

[1] **Kranhold, K.:** „Water, Water, Everywhere . . . , Seeking fresh sources, California turns to the salty pacific“, The Wall Street Journal, 17. Januar 2008

Power für die Schiene

Elektrische Systeme von ABB machen Zugreisen komfortabler

Harald Hepp, Fabiana Cavalcante, Peter Biller

Die heutige Wirtschaft ist abhängig von der Bewegung von Waren und Menschen. Ohne ein effizientes und erschwingliches Transportsystem wäre die Auswahl der Waren, die wir kaufen können, oder der Orte, an denen wir wohnen und arbeiten könnten, wesentlich kleiner. Gleichzeitig soll der Transport so umweltfreundlich wie möglich sein. Eine gute Möglichkeit, diese Anforderungen zu erfüllen, bieten elektrisch betriebene Züge. Sie haben ein großes Fassungsvermögen, einen geringen Energiebedarf, benötigen wenig Platz und sind quasi abgasfrei. So ist es kaum verwunderlich, dass überall auf der Welt neue Bahnstrecken entstehen, um einerseits den Bedarf an schnellen Fernverbindungen zwischen Städten alternativ zum Flugzeug zu decken und andererseits den Verkehr in den zunehmend von Autos verstopften Großstädten zu bewältigen.

Um den Marktanteil gegenüber dem Auto und dem Flugzeug zu vergrößern, ist ein zuverlässiger und sicherer Bahnbetrieb erforderlich. Eine weitere Verkürzung der Fahrzeiten, mehr Komfort und eine höhere Sicherheit sind entscheidende Faktoren, wenn es darum geht, Fahrgäste zu gewinnen. Dieser Artikel zeigt, wie ABB zum Erreichen dieser Ziele beiträgt.

Die wenigsten Passagiere eines Zuges, einer U-Bahn oder Straßenbahn sind sich bewusst, welchen Einfluss die elektrische Ausrüstung im Zug auf ihren Reisekomfort hat. Das erste, was einem in diesem Zusammenhang einfällt, sind die Heizung, Lüftung und Klimaanlage (HLK) sowie die Beleuchtung und die Stromversorgung für Laptops und andere Unterhaltungselektronik an Bord.

„Komfortgeräte“ an Bord

Der Energiebedarf von Zügen und innerstädtischen Verkehrsmitteln ist im Laufe der Jahre kontinuierlich gestiegen. HLK, Automatiktüren, Fahrgast-Informationssysteme, Videoüberwachung und geschlossene Toilettensysteme gehören in den meisten neuen Fahrzeugen mittlerweile zum Standard. Für diese sogenannten Nebenaggregate ist heute typischerweise eine Stromversorgungskapazität von 400 bis 800 W pro Sitzplatz erforderlich. Bei einigen speziellen Wagen- und Zugtypen wie Speisewagen mit Küche oder Schlafwagen mit Duschen ist der Energiebedarf sogar noch höher.

ABB BORDLINE® M Hilfsbetriebeumrichter

Welchen Beitrag leistet nun ABB bei diesen Systemen, die den Fahrgastkomfort auf so vielfältige Weise verbessern? Hilfsbetriebeumrichter passen den Strom von der Hauptversorgung an die Strom- und Spannungsanforderungen verschiedener Bordanwendungen an und ge-

Transport und Bewegung

hören zu den Hilfseinrichtungen, die man zwar gern haben, aber nicht wahrnehmen möchte. Solche Systeme sollten möglichst nicht hörbar sein und keinen Platz beanspruchen, der dem Fahrgast anderweitig dienen könnte. In der Vergangenheit wurden bereits erhebliche Fortschritte bei der Erhöhung der Leistungsdichte solcher Geräte, der Entwicklung eines kompakteren Designs und der Reduzierung der Geräuschemissionen von Kühlsystemen und Hochleistungs-Schaltgeräten erzielt. ABB BORDLINE® M-Hilfsbetriebeumrichter können flexibel unter dem Wagenboden, auf dem Dach und sogar im Schaltschrank der Bordstromversorgung montiert werden **1**.

1 BORDLINE® M30, ein kompakter Hilfsbetriebeumrichter zur Montage auf dem Dach von Stadtbahnfahrzeugen, der verschiedene Hilfsbetriebe mit Strom versorgt



In Transportmitteln sollte die Hilfsenergie unterbrechungsfrei zur Verfügung stehen. ABB bietet redundante Stromversorgungs- und Batteriemanagementsysteme, die die Kontinuität der Stromversorgung auch bei kurzen Ausfällen während des Fahrbetriebs sicherstellen. Für Züge, die zwischen Gebieten mit unterschiedlichen Netzspannungen verkehren, bietet ABB Hilfsbetriebeumrichter, die sich automatisch an das jeweilige Spannungssystem anpassen. Doch davon später mehr.

Einige der ABB-Hilfsbetriebeumrichter tragen noch auf andere Weise zum Komfort des Fahrgasts bei: Sie speisen ein Neigungssystem, das es manchen Zügen ermöglicht, auf kurvenreichen Strecken schneller zu fahren als herkömmliche Bahnen.

Kürzere Fahrzeiten

Dank der Hilfsbetriebeumrichter stehen den Reisenden im Zug verschiedene Annehmlichkeiten zur Verfügung, die sie aus ihrem Alltag gewohnt sind, aber im Auto nicht nutzen können (z. B. ein Laptop, ein Bistro, ein Waschraum oder ein Bett). Doch einer der wichtigsten Faktoren für den Nutzen einer Fahrt – sei es eine Reise oder eine kurze Pendelfahrt – ist die Fahrzeit. Hier gilt: Je kürzer desto besser. Im Fernverkehr

ist eine hohe Reisegeschwindigkeit ausschlaggebend, während es im innerstädtischen Verkehr auf ein sanftes Anfahren und Abbremsen ankommt. Folglich spielt das Antriebssystem bei der Verkürzung der Fahrzeit eine zentrale Rolle. ABB liefert die elektrischen Hauptkomponenten für elektrische bzw. diesel-elektrische Antriebssysteme wie Motoren, Leistungselektronik, Hochleistungsschalter **Infobox 1**, Transformatoren und Generatoren. Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass die Transformatoren und Kompaktumrichter von ABB nicht nur zur Erhöhung der Reisegeschwindigkeit, sondern auch zur Verbesserung anderer Aspekte des Fahrgastkomforts wie Platzangebot, Geräusche, Pünktlichkeit, Umsteigehäufigkeit und Sicherheit beitragen.

ABB-Traktionstransformatoren

Der Transformator ist der Übergangspunkt für den Energiefluss zwischen der Fahrleitung und den Motoren. Fiele der Transformator aus, würde der Zug sofort stehen bleiben (bzw. mit verminderter Geschwindigkeit weiterfahren, wenn ein zweiter Transformator in einem unabhängigen Antriebssystem vorhanden ist). Folglich spielt die Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit des Transformators eine entscheidende Rolle.

2 Beispiele von Zügen, die mit ABB-Traktionstransformatoren ausgerüstet sind



Bequemer Zugang und größeres Platzangebot

Aufgrund des begrenzten Platzes im Zug müssen Traktionstransformatoren möglichst klein sein. Dies gilt besonders für mehrteilige elektrische Triebzüge (Electrical Multiple Unit, EMU), wie sie heute vorwiegend eingesetzt werden. ABB hat verschiedene Lösungen entwickelt, bei denen der Transformator entweder unter dem Wagenboden (typisch für Hochgeschwindigkeitszüge wie der neuesten Generation des französischen TGV, dem italienischen ETR 500 oder dem spanischen TALGO 350) oder auf dem Dach montiert werden kann (wie beim NINA von Bombardier, dem X60 von Alstom oder dem FLIRT von Stadler) ². In beiden Fällen muss der Transformator sehr flach sein, um eine geringe Wagenbodenhöhe zu ermöglichen, denn dies erleichtert insbesondere Menschen mit Behinderung und Fahrgästen mit sperrigem Gepäck, Kinderwagen oder Fahrrädern den Einstieg. Ein schnellerer Zugang ermöglicht wiederum kürzere Haltezeiten in Bahnhöfen, einen schnelleren Service und eine bessere Nutzung der Streckenkapazität.

Außerdem sollte der Transformator möglichst wenig wiegen, da die typische Achslast von 22,5 t (bzw. 17,5 t bei bestimmten Hochgeschwindigkeits- und

Schmalspurzügen) nicht überschritten werden darf. Je niedriger das Gewicht, desto weniger Energie ist zum Beschleunigen und Abbremsen des Zugs erforderlich, was wiederum eine bessere Nutzung der elektrischen Energie gewährleistet. Durch die Unterflurmontage des schweren Traktionstransformators wird der Schwerpunkt gesenkt, was besonders bei hohen Reisegeschwindigkeiten den Komfort erhöht.

Sicherheit – der unsichtbare Komfort

Traktionstransformatoren, Umrichter und andere Betriebsmittel an Bord von Zügen unterliegen strengen Sicherheitsanforderungen ^{Infobox 2}. Dies gilt besonders im Zusammenhang mit Feuer und Rauch. Bei der Konstruktion der ölgefüllten Traktionstransformatoren von ABB (das Öl wird zur Isolierung und Kühlung benötigt) wurde sorgfältig auf eine Minimierung der Feuergefahr in allen denkbaren Situationen geachtet. Sollte dennoch der unwahrscheinliche Fall eines Brands eintreten, sorgt die Wahl geeigneter Materialien für eine minimale Gesundheitsgefährdung der Fahrgäste. Bei unterflur- oder dachmontierten Transformatoren können die Fahrgäste sehr nahe beim Transformator sitzen. Neben den Sicherheitsaspekten gibt es auch im Hinblick auf die elektromagnetischen Emissionen Grenzen, die beachtet

werden müssen. Dies wird bei der Konstruktion des Aktivteils, der Anschlüsse und des Gehäuses des Transformators berücksichtigt. Das spezielle Know-how von ABB hilft hier bei der zuverlässigen Abschirmung des Magnetfelds und wird auch auf die Konstruktion von Traktionsumrichtern angewandt.

Geräuschreduzierung

Ein weiterer Komfortaspekt ist die Minimierung der Geräuschemissionen. Die Hauptquelle für Geräusche in einem Transformator ist die periodische mechanische Deformation des Kerns und der Wicklungsspulen unter dem Einfluss fluktuierender magnetischer Felder. Im laufenden Betrieb werden die Vibrationen vom Kern auf das Gehäuse übertragen und von dort als Geräusche in die Umgebung freigesetzt.

Im Falle der ABB-Traktionstransformatoren wurden verschiedene Möglichkeiten untersucht, die zur Reduzierung der Geräuschemissionen implementiert werden können. Dazu gehört die Befestigung des Transformators am Fahrzeug über Dämpfer, die den Zug gegen Vibrationen isolieren, die Verwendung von kornorientiertem Kernstahl mit reduzierter Magnetostraktion und die unterschiedliche Schichtung der Stahlbleche (Step-Lap-Verfahren). Da auch das externe Kühlsystem des Transformators zu den

Infobox 1 Mittelspannungs-Vakuum-Leistungsschalter AC Trac

Ein weiteres für die Sicherheit an Bord entscheidendes Produkt im Antriebssystem von Zügen ist der Mittelspannungs-Vakuum-Leistungsschalter AC Trac. Der neu eingeführte Leistungsschalter wird auf dem Wagendach installiert und kann sowohl für 25 kV/50 Hz als auch 15 kV/16,7 Hz verwendet werden. Er schützt den Transformator und die anderen elektrischen Komponenten vor gefährlichen Überströmen, die zum Beispiel im Form von Kurzschlüssen im Bahnbetrieb häufig vorkommen.



Infobox 2 Umrichter als Notbremse für die Zugspitzbahn

Bergbahnen unterliegen strengen Sicherheitsanforderungen, insbesondere im Hinblick auf das Bremssystem. Bei einem Stromausfall müssen mechanische Bremsen den Zug zum Halten bringen. Allerdings sind sie nicht für die Verzögerung während der gesamten Talfahrt ausgelegt. In den Triebwagen der Bayerischen Zugspitzbahn bewältigen ABB Kompaktumrichter eine solche Notfallsituation mithilfe einer speziellen Steuerungsfunktion: Da keine Fahrspannung zur Verfügung steht, wird zuerst der Gleichspannungs-Zwischenkreis mithilfe der



Fahrzeuggatterie geladen. Dann werden die mechanischen Bremsen gelöst, und die Umrichter eingeschaltet, bis die Motoren als Generatoren arbeiten und das Fahrzeug abgebremst werden kann. Für diese Betriebsart ist eine minimale Geschwindigkeit erforderlich, um die Spannung im Gleichstrom-Zwischenkreis aufrechtzuerhalten. Zum Anhalten des Zugs bei der Ankunft am Ziel müssen wieder die mechanischen Bremsen eingesetzt werden. Da der Zug wie gewohnt talwärts rollt, merken die Fahrgäste nicht, dass es sich um eine Notfallsituation handelt.



Transport und Bewegung

möglichen Geräuschquellen gehört, wird auch diesem bei der Konstruktion besondere Aufmerksamkeit geschenkt. ABB ist nicht nur Technologieführer, sondern auch Marktführer im Bereich Traktionstransformatoren. Das Unternehmen hat verschiedene Arten von Transformatoren entwickelt und beliefert praktisch alle Systemintegratoren im Eisenbahnbau. ABB-Transformatoren sind in unterschiedlichen Anwendungen (Lokomotiven, Hochgeschwindigkeitszüge, EMUs) überall auf der Welt zu finden. Auch das neueste TGV-Modell von Alstom/SNCF, das im April 2007 mit 574 km/h einen Geschwindigkeitsweltrekord für Schienenfahrzeuge aufstellte, war mit einem Traktionstransformator von ABB ausgerüstet ³.

ABB-Kompaktumrichter

Antriebsumrichter bilden eine aktive Verbindung zwischen dem Transformator und den Motoren in mit Wechselstrom betriebenen Zügen. Sie liefern nicht nur das richtige Spannungsmuster für die Beschleunigung, konstante Fahrt und Verzögerung des Zugs, sondern ermöglichen beim Bremsen auch die Rückspeisung von Energie in das Netz. Andere Arten von Antriebsumrichtern nutzen die Gleichspannung der Fahrleitung (z. B. Gleichstromzüge, Metros oder Straßenbahnen) oder die Spannung eines Generators (bei dieselektrischen

Antrieben) zur Speisung und Steuerung der Motoren. Die Kompaktumrichter der BORDLINE®-CC-Reihe kombinieren Antriebs- und Hilfsbetriebeumrichter in einem einzigen Gerät⁴. So können in einem Regionalverkehrszug zum Beispiel Antriebsumrichter, Hilfsbetriebeumrichter, Batterieladegerät, Netzfilter und der Hauptschalter für den Triebkopf in einem Schrank von der Größe eines Geschirrschranks untergebracht werden. Das äußerst kompakte und modulare Design lässt mehr Platz für die Fahrgäste und ist äußerst wartungsfreundlich ⁴.

Für Stadtbahnzüge hat ABB einen Kompaktumrichter entwickelt, der sowohl auf dem Dach als auch unter dem Wagenboden montiert werden kann und dadurch mit verschiedenen Wagentypen kompatibel ist. Neben den anderen oben beschriebenen Komponenten eines BORDLINE® Compact Converters verfügt der Umrichter über zwei unabhängige Motorwechselrichter **Infobox 3**.

Sanfte Fahrt

Alle BORDLINE®-Kompaktumrichter nutzen die Standard-Leittechnikplattform AC800PEC² von ABB und profitieren damit von einer kostengünstigen und langfristigen Unterstützung und Entwicklung. MATLAB/Simulink-Simulationen können auf dieser Plattform direkt in die Steuerungssoftware übertragen werden.

Dabei hat die Qualität der Umrichtersteuerung direkte Auswirkungen auf den Reisekomfort: Jeder Reisende merkt es sofort, wenn ein Zug impulsiv beschleunigt oder ruckartig bremsst, weil die Umrichter die Motoren nicht perfekt steuern.

Grenzüberschreitender Verkehr

In Europa wechselt die Bahnnetzspannung an den meisten Landesgrenzen und häufig auch innerhalb eines Landes.

4 Kompaktumrichter der Reihe BORDLINE®-CC für Regionalverkehrszüge **a** und Stadtbahnzüge **b**



Infobox 3 Technische Daten des ABB-Kompaktumrichters für Stadtbahnfahrzeuge **4a**

Eingangsspannung:	420 – 900 V DC
2 unabhängige Motorwechselrichter mit folgenden Ausgangsleistungen pro Motor:	
Antrieb:	166 kW
Bremse:	345 kW
Notbremse:	535 kW
Hilfsausgänge mit galvanischer Trennung:	3 x 230/400 V, 50 Hz, 35 kVA 3 x 0...230/400 V, 0...50 Hz, 5 kVA 24/36/72/110 V DC, 8 kW
Größe, Gewicht	1600 x 1800 x 430 mm, 550 kg

3 Der TGV von Alstom/SNCF mit ABB-Traktionstransformator stellte am 3. April 2007 mit 574 km/h einen neuen Geschwindigkeitsweltrekord auf.



So werden die Bahnnetze in Finnland, Ungarn, Griechenland, Portugal und Teilen von Frankreich und Großbritannien genau wie in vielen anderen Ländern der Welt einschließlich China und Indien³⁾ mit 25 kV/50 Hz betrieben. In der Schweiz, Deutschland, Österreich, Schweden und Norwegen hingegen sind

es 15 kV/16,7 Hz. In Polen, Belgien, Italien und Spanien gibt es vorwiegend 3-kV-Gleichstromnetze wie sie auch in Südamerika und Südafrika zu finden sind. Die Niederlande und Südfrankreich sind wiederum mit 1,5-kV-Gleichstrom elektrifiziert.

Der Fernverkehr in Europa und der Regionalverkehr in grenzüberschreitenden Netzen ist somit abhängig von der Fähigkeit der Transformatoren und Umrichter, sich auf verschiedene Netzspannungen einzustellen. Für die Fahrgäste ist es ein großer Vorteil, wenn sie sitzen (oder in Nachtzügen liegen) bleiben können, während der Zug die Grenze zwischen zwei Spannungssystemen überquert. Nicht zuletzt wird durch die Mehrsystemfähigkeit die Fahrzeit verkürzt.

ABB hat innovative Mehrsystemlösungen sowohl für Transformatoren¹⁾ als auch für Antriebsumrichter entwickelt. Mehrsystemtransformatoren sind in der Lage, mit verschiedenen Versorgungsspannungen und -frequenzen zu arbeiten. Der mehrsystemfähige Eingangsumrichter von ABB wandelt eine DC-Speisespannung in eine Wechselspannung für die Primärwicklung eines mehrsystemfähigen ABB-Transformators um. So kann ein normaler AC-Umrichter vom Typ BORDLINE®-CC sowohl für AC- als auch DC-Speisespannungen verwendet werden.

Dieser Umrichter wird zurzeit in den FLIRT-Regionalverkehrszügen der TILO⁵⁾ zwischen dem Schweizer Tessin (15 kV AC) und der italienischen Lombardei (3 kV DC) eingesetzt **5**. In der Vergangenheit nutzte der Betreiber TILO hierfür zwei unterschiedliche Lokomotiventypen – eine für den Betrieb in der Schweiz und eine für Italien. Die Züge mussten an der Grenze halten, damit in

einer zeitaufwendigen Prozedur die Lokomotiven getauscht werden konnten. Die mit mehrsystemfähigen ABB BORDLINE®-Kompaktumrichtern ausgestatteten Züge vom Typ FLIRT können nun die Grenze ohne Halt passieren. Eine ähnliche Technik wurde kürzlich von den Südtiroler Transportstrukturen für den Reiseverkehr zwischen Italien und Österreich geordert.

Zuverlässigkeit, Pünktlichkeit, Verfügbarkeit

Ein weiterer grundlegender Aspekt für den Komfort im öffentlichen Personenverkehr ist die Zuverlässigkeit des Fahrbetriebs. Folglich spielen auch die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der elektrischen Systeme an Bord von Zügen eine wesentliche Rolle für den Komfort der Fahrgäste.

ABB verfügt nicht nur über langjährige Erfahrung in der Eisenbahnindustrie **Infobox 4** und gilt als innovativer Technologieführer, sondern setzt auch besondere Schwerpunkte auf die Zuverlässigkeit, Wartungsfreundlichkeit, ein robustes Design und eine langfristige Verbindung mit Schienenfahrzeugherstellern und Bahnbetreibern.

Harald Hepp

Fabiana Cavalcante

ABB Automation Products
Turgi, Schweiz
harald.hepp@ch.abb.com
fabiana.cavalcante@ch.abb.com

Peter Biller

ABB Sécheron SA
Genf, Schweiz
peter.biller@ch.abb.com

Fußnoten

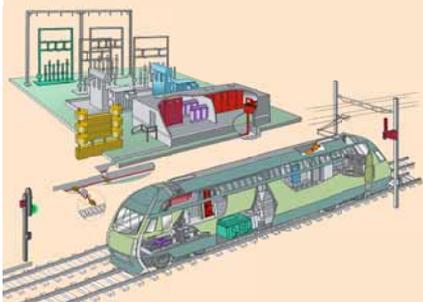
- ¹⁾ Siehe auch: „Der kompakte Stromrichter“, *ABB Technik* 3/2006, S. 52–55
- ²⁾ Siehe auch: „Mustergültig“, *ABB Technik* 2/2006, S. 62–65
- ³⁾ Die meisten Hochgeschwindigkeitsstrecken der Welt sind mit 25 kV AC elektrifiziert. In vielen Ländern müssen Züge zusätzlich auf 1,5- oder 3-kV-Gleichstromnetzen fahren können.
- ⁴⁾ Siehe auch: „Ein Zug für alle Strecken“, *ABB Technik* 3/2006, S. 49–51
- ⁵⁾ FLIRT = Flinker Leichter Innovativer Regionaler Triebzug; TILO = Treni Regional Ticino Lombardia, Betreiber der grenzüberschreitenden Regionalverkehrszüge zwischen Italien und der Schweiz

Infobox 4 ABB und die Eisenbahnindustrie

ABB ist ein bekannter Name in der Eisenbahnindustrie. Während die Unternehmenssparte ABB Transportation Systems 1996 in AdTranz überging (einem Jointventure mit Daimler-Benz, das später an Bombardier verkauft wurde), verblieb die Produktion von Komponenten wie Traktionstransformatoren, Umrichtern und Motoren bei ABB. 2005 wurde das „ABB Railway Customer Segment“ (RCS) als Vorgänger der jetzigen „Industry Customer Initiatives“ ins Leben gerufen. Die Umsetzung eines zielgerichteten und koordinierten Geschäftskonzepts für den Eisenbahnmarkt und die verbesserte Zusammenarbeit zwischen den beteiligten ABB-Einheiten führte zu einer beachtlichen geschäftlichen Entwicklung: Im Jahr 2007 erhielt ABB Aufträge mit einem Gesamtwert von über 700 Millionen USD von der Eisenbahnindustrie – mehr als doppelt so viel wie RCS zu Beginn. Heute genießt ABB eine herausragende Position als unabhängiger Lieferant von Komponenten für die meisten Systemintegratoren und Schienenfahrzeughersteller.

Das Produktangebot von ABB für Schienenfahrzeuge umfasst Traktionstransformatoren, Umrichter, Motoren, MS-Hauptschalter, Leistungshalbleiter, Überspannungsableiter und Niederspannungsprodukte. Im Bereich der festen Installationen bietet ABB darüber hinaus komplette Unterwerke, HS- und MS-Produkte, Transformatoren, Power-Quality-Lösungen, Frequenzumrichter und Kommunikationssysteme für die Signalisierung.

Weitere Informationen unter www.abb.com/railway



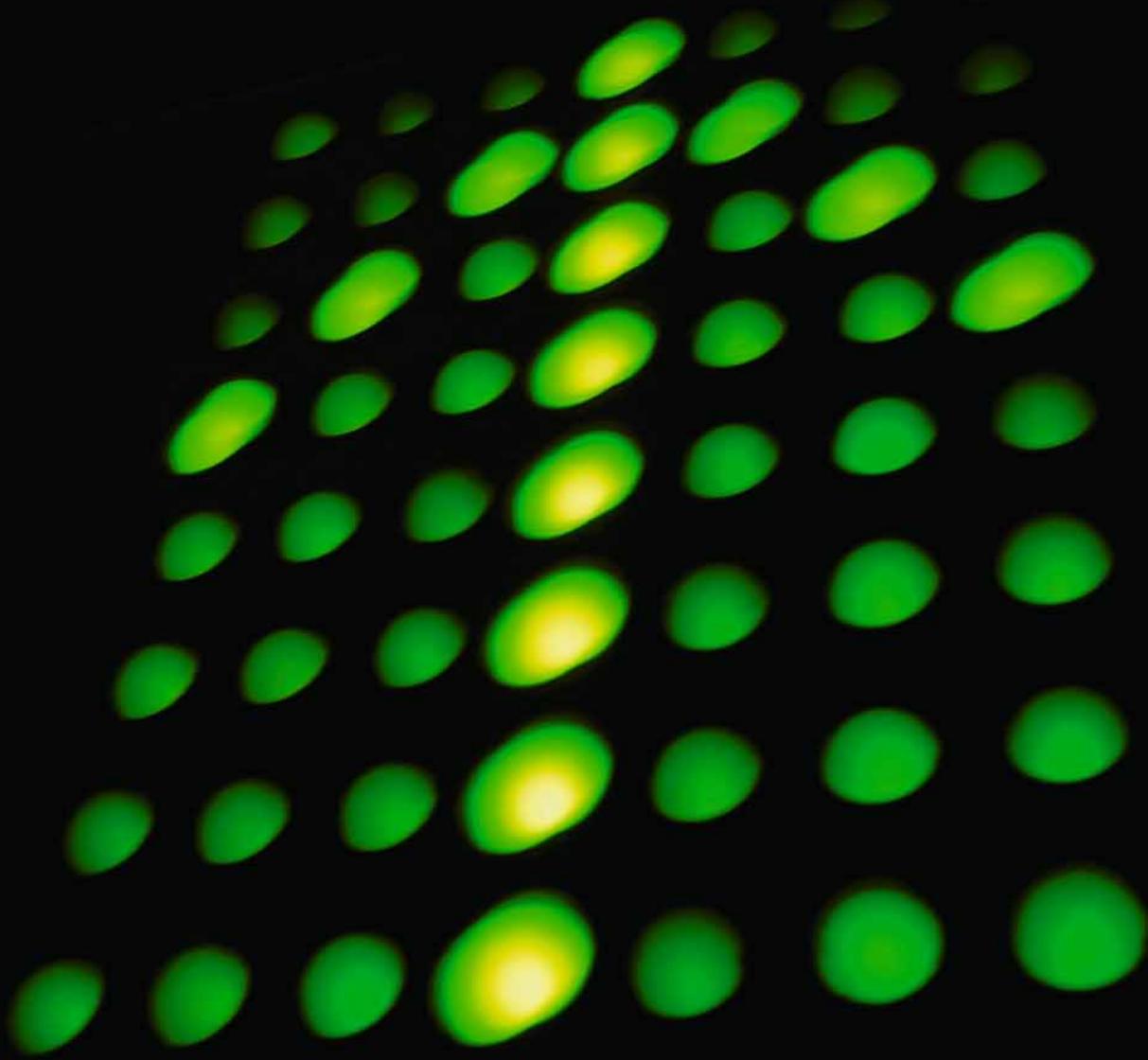
5 Ein Stadler FLIRT der TILO überquert die Grenze mit Traktionstechnik von ABB.



Nach oben, bitte!

Ein neuer leistungsstarker Frequenzumrichter von ABB hilft einem Aufzugshersteller, sich von der Konkurrenz abzuheben

Matti Turtiainen, Mika Alakotila



Der neue Hochleistungs-Frequenzumrichter aus der Reihe der ABB Machinery Drives hat bei Endkunden, Systemintegratoren und OEM-Herstellern quer durch eine Vielzahl von Branchen und anspruchsvollen Anwendungsbereichen einen starken Eindruck hinterlassen. Einer von ihnen ist der schwedische Aufzugshersteller Motala Hissar.

Mit einer technischen Schwierigkeit, die andere Antriebstechnik-Anbieter nicht lösen konnten, wandte sich das Unternehmen an ABB. Das Ergebnis: Das Problem war innerhalb weniger Stunden gelöst, und Motala Hissar hatte ein Produkt, das noch „besser, einfacher und konkurrenzfähiger“ war als zuvor.

Seit der ABB Machinery Drive unter großer Beachtung der Industrie Ende 2006 auf der SPS/IPC/DRIVES – einer der bedeutendsten Messen für Automatisierungstechnik – in Nürnberg vorgestellt wurde, hat der Hochleistungs-Frequenzumrichter binnen kurzer Zeit eine Vielzahl von Maschinenanwendungen entscheidend beeinflusst **1**.

Der im Rahmen eines dreijährigen Forschungs- und Entwicklungsprogramms entwickelte Frequenzumrichter verstärkt das ABB-Angebot von fortschrittlichen Frequenzumrichtern im unteren Leistungssegment und stellt OEM-Herstellern, Systemintegratoren und Endkunden ein außergewöhnlich flexibles Produkt zur Verfügung, das sich problemlos auf ihre individuellen Anforderungen hin zuschneiden lässt.

Der ABB Machinery Drive ermöglicht eine exakte Drehzahl-, Drehmoment- und Lageregelung für eine Vielzahl von anspruchsvollen Anwendungen. Zu den Branchen, in denen Kunden bereits von den Vorzügen des Frequenzumrichters profitieren, gehören die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie, der Materialtransport, die Textilindustrie, die Druckindustrie, die Kunststoff- und Gummiindustrie sowie die Holzverarbeitende Industrie.

Dank der direkten Drehmomentregelung (Direct Torque Control, DTC) von ABB ermöglicht der Machinery

Drive die Regelung von Synchron- und Asynchronmotoren, Servo- und Torque-Motoren im Leistungsbereich von 0,75 bis 110 kW (1 bis 150 PS) mit und ohne Rückführung. Der Frequenzumrichter ist so konzipiert, dass er sowohl die Anforderungen von Herstellern und Maschinenbauern im Hinblick auf große Stückzahlen als auch die anwendungsspezifischen Bedürfnisse einzelner Kunden erfüllt. Der ABB Machinery Drive kombiniert folgende Hauptmerkmale zu einem äußerst vielseitigen und kostengünstigen Antriebssystem:

- Modularer Aufbau
- Separate Speichereinheit
- Uneingeschränkte Funktionalität

Modularer Aufbau

Die Hardware und die Softwarefunktionen des Frequenzumrichters wurden auf drei separate Module aufgeteilt: ein Leistungsteil, eine Regelungseinheit und eine Speichereinheit.

Separate Speichereinheit

Die vorprogrammierte Speichereinheit enthält die gesamte Software für die Antriebsanwendung sowie alle Parameterkonfigurationen in einem einfach austauschbaren und leicht zu installierenden Modul.

Uneingeschränkte Funktionalität

Neben den zahlreichen vorgefertigten „Plug & Play“-Programmen für alle gängigen Maschinenanwendungen bietet der Machinery Drive dem Benutzer durch seine einzigartige Offen-

heit die Möglichkeit, diese Programme zu modifizieren und an seine individuellen Bedürfnisse anzupassen.

Aus der Kombination dieser Merkmale ergeben sich bedeutende Vorteile bei der Serienfertigung von Maschinen im Hinblick auf das Engineering und die Endmontage, den Vertrieb und die Logistik, den Schutz von Urheberrechten und den Austausch von Komponenten

Infobox 1

Die Hardwaremodule (d. h. das Leistungsteil und die Regelungseinheit) können nach dem üblichen Lieferplan an den Kunden verschickt werden, während die Lieferung der Speichereinheit bis zum letzten Moment hinausgezögert werden kann. Die Kosten für die Entsendung von Ingenieuren für die Inbetriebnahme entfallen, da die steckbare Speichereinheit von einem geschulten Techniker vor Ort einfach eingesteckt werden kann. Die Anzahl von Komponenten und Produktvarianten ist minimal, und die Urheberrechte von OEM-Herstellern, die ihre eigenen Regelungsfunktionen entwickeln, sind durch Verschlüsselung geschützt. Sollte die Speichereinheit oder eines der Hardwaremodule ausfallen, können die Einheiten einfach ausgetauscht werden.

Über allen Erwartungen

Eine der vielen Anwendungen, in denen sich der neue ABB Machinery Drive bewährt hat, sind Aufzüge. Ein Unternehmen, das sich dazu ent-

1 Der neue leistungsstarke Machinery Drive von ABB



Infobox 1 Merkmale der ABB Machinery Drives

- Kompaktes, modulares Design
 - 3 separate Module für die Leistungselektronik, Regelungselektronik und den Speicher
- Drehzahl-, Drehmoment- und Lageregelung
- Separate, leicht zu installierende Speichereinheit (Plug & Play)
- Programmierbarer Speicher für uneingeschränkte Funktionalität
- Vorgefertigte Programme für die meisten Maschinenanwendungen
- Ermöglicht die Regelung jedes Motortyps im Leistungsbereich von 0,75 bis 110 kW (1 bis 150 PS)
 - Regelung mit und ohne Rückführung
- Mehrere Plug-in-Optionen für E/A-Erweiterungen, Motorrückführungen und Kommunikationsschnittstellen

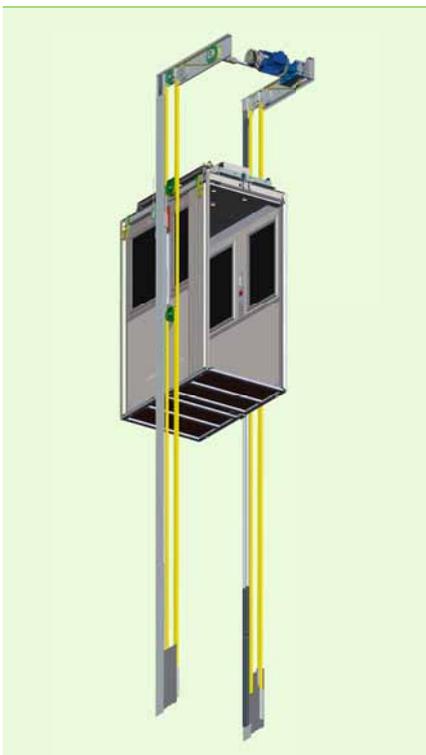
Transport und Bewegung

geschlossen hat, den Frequenzumrichter einzusetzen und dadurch mehr Vorteile erzielen konnte als erwartet, ist der schwedische Aufzugshersteller Motala Hissar.

2 Aufgrund seines außergewöhnlich kompakten Designs wird der Motala 6000 häufig in vorhandene Treppenhäuser installiert.



3 Darstellung des Motala 6000 mit dem Riemenantriebssystem (gelb) und dem oberhalb des Schachts angeordneten Motor



Motala Hissar gehört zur Kone Corporation, einem der weltweit führenden Hersteller von Aufzügen und Rolltreppen, und fertigt zwei spezielle Produkte: den Plattformaufzug Motala 2000 für Menschen mit eingeschränkter Beweglichkeit und körperlicher Behinderung und den Kompaktaufzug Motala 3000 zur Nachrüstung von Gebäuden, in denen ursprünglich kein Aufzug vorgesehen war. Das Unternehmen beschäftigt rund 60 Mitarbeiter und verkauft jährlich etwa 1.000 Aufzüge auf verschiedenen europäischen Märkten. Der Jahresumsatz beträgt etwa 15 Millionen Euro.

Motala Hissar wirbt für seine Produkte mit dem Slogan „Largest inside – smallest outside“ (innen die Größten – außen die Kleinsten). Tatsächlich besitzen die Aufzugskabine des schwedischen Herstellers die größten Innenmaße und die kompaktesten Einbaumaße auf dem Markt. Ermöglicht wird dies durch das vom Unternehmen in den 1990er Jahren entwickelte und patentierte Führungsketten-Antriebssystem, das nur wenig Platz benötigt, um den Aufzug zu bewegen **2**.

Im Rahmen seines produktbezogenen Forschungs- und Entwicklungsprogramms hat das Unternehmen diese Technologie vor Kurzem für einen neuen Aufzug, den Motala 6000, überarbeitet und die Führungskette durch ein einzigartiges Riemenantriebssystem ersetzt **3**. Dies sorgt dafür, dass sich der Aufzug im Vergleich zu seinen direkten Mitbewerbern doppelt so schnell, wesentlich leiser und viel komfortabler bewegt. Die Nachfrage nach dem neuen Aufzug war so groß, dass bereits vor der offiziellen Markteinführung über 30 Stück verkauft wurden. Einen maßgeblichen Anteil am Erfolg des Aufzugs und der zugrunde liegenden Technologie hat der neue leistungsstarke Machinery Drive von ABB. Ari Nieminen, Leiter der Fabrik von Motala Hissar in Zentralschweden, erklärt warum:

„Der geplante Termin für die Markteinführung rückte immer näher und wir standen vor einem technischen Problem, das wir nicht lösen konnten“, so Nieminen. „Da der Aufzug aus Platzgründen ohne Gegengewicht

konzipiert wurde, gab es beim Anfahren immer einen Ruck. Auf der Suche nach einer geberfreien Lösung wandten wir uns an verschiedene Antriebstechnik-Anbieter, doch keiner war in der Lage, das Problem zufriedenstellend zu lösen. Dann kam ABB mit dem neuen Machinery Drive und einem Team von Experten, die sich des Problems annahmen. Innerhalb weniger Stunden hatten wir nicht nur eine Lösung, sondern ein besseres, einfacheres und noch konkurrenzfähigeres Produkt.“

Ein entscheidendes Merkmal des Hochleistungs-Frequenzumrichters ist die außergewöhnliche Drehmomentreaktion und Drehzahlgenauigkeit der DTC-Technologie von ABB. Dies und die Möglichkeit zur uneingeschränkten Programmierung verleihen dem Antrieb eine Leistungsfähigkeit, die von keinem anderen Hersteller erreicht wird.

Die DTC-Technologie ermöglicht nicht nur eine präzise Regelung ohne Rückführung bei geringer oder gar keiner Drehzahl (wodurch auch das sanfte Anfahren des Aufzugs ermöglicht wird), sondern erreicht dies auch ohne Geber oder andere Rückführungsgeräte. (Bei den Antriebslösungen der Mitbewerber konnte ein sanftes Anfahren nur mit einem Geber und nicht ohne Rückführung realisiert werden.)

Darüber hinaus ist das System in der Lage, das Gesamtgewicht der Fahrgäste in der Kabine zu berechnen, sodass es genau „weiß“, welches Drehmoment aufgewendet werden muss, um die Kabine zu bewegen und ein Rucken auf den entscheidenden ersten Millimetern zu verhindern. Je mehr Fahrgäste sich in der Kabine befinden, desto höher ist das erforderliche Drehmoment. Hierbei handelt es sich um eine bedeutende Innovation im Aufzugsbereich, die durch die Möglichkeit zur Programmierung des ABB Drives mit individueller Funktionalität realisiert wurde. Hinzu kommt, dass der Frequenzumrichter dabei ohne Lastsensoren (und die damit verbundenen zusätzlichen Kosten) auskommt.

Basierend auf dieser Gewichtserkennung entwickelte Motala Hissar ein

weiteres Merkmal, das den Motala 6000 von seinen Mitbewerbern unterscheidet: Aufzüge unterliegen strengen Sicherheitsbestimmungen und werden in den meisten Ländern mindestens einmal im Jahr von unabhängigen Stellen geprüft. In Spanien – einem der Hauptmärkte des Kunden – erfolgt die Prüfung sogar monatlich. Dabei wird der Aufzug unter anderem mit großen Gewichten beladen, um sicherzustellen, dass er auch bei maximaler Last sicher funktioniert. Da dieses Verfahren kostspielig und zeitaufwendig ist, hat Motala Hissar den ABB-Drive so programmiert, dass der Test simuliert werden kann, und zwar ohne Lastsensor und so, dass er von den Behörden anerkannt wird. So bleibt den Kunden von Motala Hissar ein erheblicher Zeit- und Kostenaufwand erspart.



umfassende Palette von Energie- und Automatisierungsprodukten an Aufzug- und Rolltreppenhersteller weltweit. Der neue leistungsstarke Machinery Drive rundet dieses Angebot ab, indem er den Herstellern die Möglichkeit bietet, ihre eigene Schnittstelle (mit oder ohne die Hilfe von ABB) maßzuschneidern, jede Art von Motor zu regeln und – wenn erforderlich – verschiedene Gebersysteme oder Feldbusse anzuschließen. Und sollte der Frequenzumrichter einmal ausfallen, kann er problemlos von einem Mitarbeiter mit elektrotechnischen Grundkenntnissen ausgetauscht werden, da sich sämtliche anwendungsspezifischen Daten in der Speichereinheit befinden.

ABB unterstützt ihre Kunden im Bereich der Antriebstechnik mit spezialisierten Service-

„Der ABB Drive hat uns geholfen, das Produkt einfacher zu gestalten“, berichtet Ari Nieminen. „Der Motala 6000 ist einfacher in der Montage, Wartung und Prüfung, was die Betriebskosten für uns und unsere Kunden senkt. Und wir haben einen Aufzug, der doppelt so schnell ist wie das Vorgängermodell. All dies sind wichtige Verkaufsargumente für unsere Kunden.“

„Wir haben die Geräuschpegel verschiedener Frequenzumrichter getestet, und der von ABB war der leiseste.“

Auch der Geräuschpegel ist deutlich niedriger als beim Vorgängermodell. Dies wurde ebenfalls durch die Kombination aus Riemenantrieb und Hochleistungs-Frequenzumrichter ermöglicht. „Wir haben die Geräuschpegel verschiedener Frequenzumrichter getestet, und der Machinery Drive von ABB war der leiseste“, so Nieminen. „Unsere Kunden und – so haben unsere Nachforschungen ergeben – auch die Fahrgäste sind begeistert von

dem neuen Aufzug. Die Fahrt ist schnell, leise und sanft. Es gibt keine Vibrationen und kein Rucken beim Anfahren und Halten. Das Ergebnis ist maximaler Fahrgastkomfort.“ **Infobox 2**

Um den Geräuschpegel noch weiter zu senken, prüft Motala Hissar zurzeit Bremsmotoren von ABB und erwägt den Einsatz von ABB-Leistungsschaltern und Schützen. ABB liefert eine

einheiten und dem umfangreichen globalen „ABB Drive Alliance“-Netzwerk. Für OEM-Kunden stehen außerdem spezielle, standortunabhängige Supportvereinbarungen zur Verfügung.

Factbox 2 Vorteile für Motal Hissar

- Volles Drehmoment bei null Drehzahl für:
 - ein sanftes Anfahren
 - größeren Fahrgastkomfort
- Einzigartige Gewichtserkennungsfunktion
- Rückführungsfreie Lösung (keine Geber)
- Uneingeschränkte Möglichkeiten für zukünftige Funktionalitäten
- Jährliche Kostenersparnis durch:
 - keine Rückführungsgeräte
 - keine Wägezellen
- Vorteile für die Endkunden:
 - doppelte Geschwindigkeit
 - Einfache Lastprüfungen
 - weniger Komponenten, geringerer mechanischer Verschleiß
 - geringerer Wartungsaufwand

Matti Turtiainen

ABB Drives
Helsinki, Finnland
matti.turtiainen@fi.abb.com

Mika Alakotila

ABB Automation Products
Mölnådal, Schweden
mika.alakotila@se.abb.com

Sanfte Riesen

Die intelligente Kranregelung von ABB garantiert ein Höchstmaß an Komfort und Sicherheit

Mikael Holmberg



Eine 20 Jahre alte Krananlage scheint relativ modern. Doch die Technik hat sich mittlerweile derart weiterentwickelt, dass Verbesserungen der Positionsgenauigkeit, Wartungsfreundlichkeit und Zuverlässigkeit möglich sind. Solche produktivitätssteigernden Verbesserungen machen ein System zwar attraktiv, doch sie sind nicht die unmittelbar treibenden Kräfte beim Kauf eines Kransystems. Der wichtigste Aspekt für Unternehmensführungen ist und bleibt die Betriebssicherheit.

Viele Krananlagen auf der Welt sind mittlerweile veraltet, was sich negativ auf die Sicherheit von Kranfahrern und Fabrikpersonal auswirken kann. Angesichts des unumstrittenen Ziels von „null Unfällen“ muss ein modernes Kransteuerungssystem die entsprechenden Funktionalitäten bieten, um dieses Ziel zu erreichen.

ABB ist bekannt für ihre Erfahrung in der Konstruktion und Entwicklung hochwertiger Produkte für Krananwendungen. Nun bietet das Unternehmen ein neu entwickeltes Kranregelungsprogramm, das in Kombination mit einem Frequenzumrichter die Anforderungen an eine moderne Kransteuerung in puncto Sicherheit und Leistungsfähigkeit erfüllt. Damit steht dem Kunden ein System zur Verfügung, das besser reagiert als bisherige Systeme.

Der Anspruch, alle Beteiligten jederzeit zufriedenzustellen, ist eine große Herausforderung für jedes Unternehmen. Doch genau dies mussten die ABB-Ingenieure bei der Entwicklung der neuesten Version der Kransoftware für die Frequenzrichter der Industrial-Drive-Serie von ABB **1** versuchen. Fünf unterschiedliche Kundentypen galt es zufriedenzustellen: die Unternehmensführung, die Elektrotechnikabteilung, die Wartungsabteilung, den Kranfahrer und das Fabrikpersonal. Die Forderung, die sie alle an ein Steuerungssystem haben, ist „Komfort“ – allerdings mit sehr unterschiedlichen Vorstellungen und wenig bzw. ohne Raum für Kompromisse.

Eines der interessantesten Leistungsmerkmale des ABB Industrial Drive ist die direkte Drehmomentregelung (Direct Torque Control, DTC).

Komfort für die Unternehmensführung

Viele Krananlagen auf der Welt sind veraltet. Da die Betriebssicherheit und die Erfüllung rechtlicher Auflagen in den meisten Unternehmen höchste Priorität genießen, wird eine Kransteuerung benötigt, die in der Lage ist, die Bewegung des Hubwerks präzise zu regeln, ohne das Leben des Kranfahrers oder des Fabrikpersonals zu gefährden. Dazu muss das System auch in der Lage sein, unerwünschte Bewegungen zu bewältigen. Mit anderen Worten: Ganz gleich, ob eine Last am Haken hängt oder nicht, die Kransteuerung muss die Drehzahl und das Drehmoment entsprechend der maximalen und minimalen Geschwindigkeitsgrenzen regulieren können. Allerdings kann die Modernisierung einer großen Krananlage Zehntausende von Euro kosten, wobei sich eine Investitionsrendite allein auf der Basis von Produktivitätssteigerungen wenn überhaupt nur schwer feststellen lässt.

Daher ist die Wahl des richtigen Anbieters von entscheidender Bedeutung. Erfahrung und Know-how spielen eine wichtige Rolle, wenn es darum geht, die geforderten Ziele zu erreichen.

ABB ist bekannt für ihre Erfahrung in der Konstruktion und Entwicklung von Produkten für Krananwendungen unter Verwendung modernster Technik in Form von drehzahlgeregelten Antrieben und entsprechender Software.

Komfort für die Elektrotechnikabteilung

Die Elektrotechnikabteilung steht zwischen den Erwartungen des Kranfahrers und der Unternehmensführung und muss sich zweifelsohne mit den meisten Anforderungen auseinandersetzen. Sie ist nicht nur verantwortlich für die Betriebssicherheit in der Fabrik, sondern auch für die Maximierung der Produktivität. Mithilfe einer kombinierten Lösung aus einem Frequenzrichter und dem neu entwickelten Kranregelungsprogramm von ABB können diese Anforderungen problemlos erfüllt werden.

Aus alt mach neu

Die Modernisierung einer älteren Krananlage beginnt mit einem Blick auf den Motor, der zum Anheben der Lasten verwendet wird. Bei Industriekranen weit verbreitet sind leistungsstarke AC-Schleifringläufermotoren für Stromstärken bis 4.000 A. Diese Motoren eignen sich zwar hervorragend für den Einsatz in rauen Umgebungen,

besitzen aber nicht die Drehmoment- und Drehzahlflexibilität¹⁾ moderner Käfigläufer-Induktionsmotoren **2**. In Verbindung mit drehzahlgeregelten Hochspannungsantrieben lassen sich diese Induktionsmotoren sanft und präzise regeln, wodurch wiederum ruckartige Bewegungen der Last verhindert werden. Ein drehzahlgeregelter Antrieb wie der ABB Industrial Drive bietet eine gute Drehmomentreaktion, was für die Steuerung der Lasten entscheidend ist **3**.

Direkte Drehmomentregelung

Eines der interessantesten Leistungsmerkmale des ABB Industrial Drive ist die direkte Drehmomentregelung (Direct Torque Control, DTC) der ABB-Motorregelungsplattform und die damit verbundenen Sicherheits- und Schutzfunktionen. Die DTC ermöglicht eine präzise Regelung von Drehzahl und Drehmoment mit und ohne Drehgeberrückführung von der Motorwelle. Ein bedeutender Vorteil der DTC ist, dass sie das volle Drehmoment rück-

Fußnote

¹⁾ Wird das Drehmoment einer hängenden Last nicht geregelt, beginnt die Last zu schwingen, was zu unkontrolliertem Anstoßen und Schäden führen kann.

1 ABB ist bekannt für ihre Erfahrung in der Konstruktion und Entwicklung von Produkten für Krananwendungen.



Transport und Bewegung

2 Elektroingenieure wissen die Drehmoment- und Drehzahlflexibilität von Induktionsmotoren in Krananwendungen zu schätzen.



führungsfrei bei null Drehzahl bereitstellen kann. Die Funktion regelt das Drehmoment ohne Geberrückführung²⁾ von null bis zur Grunddrehzahl mit einer Genauigkeit von 1%.

Da die DTC für Anwendungen mit konstantem Drehmoment ausgelegt ist, eignet sie sich ideal für die Kranregelung. Bei einer typischen Anwendung mit konstantem Drehmoment bleibt das Drehmoment stets dasselbe, während sich die Last am Haken befindet – von null Drehzahl bis zur maximalen Drehzahl und umgekehrt. Beim Absenken der Last muss der Antrieb ständig Energie abführen. Mithilfe eines Vierquadrantenantriebs kann die beim Absenken einer 300 t schweren Last freigesetzte Energie in das Netz zurückgespeist werden.

Kranregelungsprogramm

Um die Sicherheit und Leistungsfähigkeit von Kranen weiter zu verbessern, hat ABB vor Kurzem ein Kranregelungsprogramm als optionale, benutzerfreundliche Zusatzkomponente für die Frequenzumrichter der Industrial-Drive-Serie eingeführt, das von einigen Kunden als das „Gehirn des Systems“ bezeichnet wird.

Die flexible und kostengünstige Software kommt ohne externe speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) aus und enthält alle Funktionen, die normalerweise für Hebezüge, Laufkatzen und Lastentransporte mit Industrie-, Hafen- und Turmdrehkränen benötigt werden. Normalerweise wird eine SPS im übergeordneten Leit-

system verwendet, um die Bremseneinstellung und die Drehzahl des Motors zu überprüfen. Der ABB Industrial Drive verfügt jedoch über eine integrierte SPS-Funktion, sodass unnötige Verzögerungen, Risiken oder Kommunikationsfehler vermieden werden.

Das Kranregelungsprogramm unterstützt die Fernüberwachung und -diagnose mit einem intelligenten Ethernet-Modul, das den Zugriff auf den Antrieb über das Internet ermöglicht.

Die Inbetriebnahme des Kranregelungsprogramms ist denkbar einfach, was dabei hilft, die Gesamtprojektkosten niedrig zu halten. Mehrere Frequenzumrichter können über eine interne optische Verbindung synchronisiert werden, sodass keine zusätzlichen Regler erforderlich sind.

Komfort für die Wartungsabteilung

In einigen Branchen können die Kosten für Ausfallzeiten bis zu 1.000 EUR in der Minute betragen. Umso wichtiger ist es, die Wartezeiten so kurz wie möglich zu halten und Lösungen mit einer hohen Zuverlässigkeit zu wählen. Das Kranregelungsprogramm unterstützt die Fernüberwachung und -diagnose mit einem intelligenten Ethernet-Modul, das den Zugriff auf

3 ABB Industrial Drives bieten eine gute Drehmomentreaktion, was für die Steuerung von Lasten in rauen Umgebungen wie Stahlwerken unentbehrlich ist.



den Antrieb über das Internet ermöglicht. Der größte Vorteil für die Wartungsabteilung liegt jedoch in der Reduzierung der Gesamtwartungskosten aufgrund des geringeren mechanischen Verschleißes von drehzahlregulierten Antriebslösungen. Werden Krane mit elektrischen Antrieben ausgestattet, sinkt der mechanische Verschleiß aufgrund ihrer Sanftanlasserfunktion³⁾ deutlich.

ABB hat viel in die Forschung und Entwicklung im Bereich der Mensch-Maschine-Schnittstellen investiert, um die Schnittstelle zum Benutzer so einfach wie möglich zu gestalten. Für Wartungstechniker äußert sich dies in der Anzeige von Klartextwarnungen und Fehlerzuständen auf dem Bedienfeld, die sofortige Maßnahmen ermöglichen **4**.

Komfort in der Kabine

Für den Kranfahrer spielt die Ergonomie der eigentlichen Krankabine eine entscheidende Rolle. Da Kranfahrer häufig für längere Zeit in der Kabine sitzen, ist eine entsprechende Ausstattung der Kabine erforderlich – angefangen von komfortablen und ergonomisch korrekten Sitzen über

Fußnoten

²⁾ Statt sich vollständig auf das Motormodell zu verlassen, kann zur zusätzlichen Sicherheit ein Geber an der Motorwelle verwendet werden, um die reale Position des Krans zu bestimmen.

³⁾ Sanftanlasser ermöglichen ein sanftes und kontrolliertes Anfahren und Anhalten. Sie werden eingesetzt, um einen rauen und ruckartigen Motoranlauf, hohe Anlaufströme und -drehmomente sowie hohe Strom- und Drehmomentspitzen zu verhindern.

leicht zu reinigende, schwenkbare Fenster, Klimaanlage und pneumatische oder elektrische Wisch/Wasch-Systeme bis hin zur Temperaturregelung in der Kabine. Sicherheit, Ergonomie und Komfort sind entscheidende Aspekte für eine optimale Effizienz des Kranfahrers. Dies wird sichergestellt durch:

- den Steuerhebel (Joystick)
- die Bremsen
- einen Drehmomentspeicher
- ein Antikollisionssystem

Steuerhebel

Da der Steuerhebel für den Kranfahrer die wichtigste Schnittstelle zum Kransteuerungssystem darstellt, muss er reaktionsschnell, präzise und komfortabel sein. ABB bietet verschiedene Arten von Joysticks, zum Beispiel einen vierstufigen potentiometerbasierten Joystick mit Drucktasten, Funk und unabhängiger Steuerung.

Von dem Moment an, in dem der Strom eingeschaltet wird, erwartet der Bediener eine unmittelbare Reaktion vom System. Mit anderen Worten, sobald der Joystick einen Geschwindigkeits-sollwert erhält, sollte sich der Kranhaken bewegen⁴⁾. ABB geht von einer maximal tolerierbaren Verzögerung für einen Kranfahrer von 300 ms aus.

Bremsen

Der Kranfahrer muss Vertrauen in die Kranbewegungen haben, die er ausführt. Beim Starten des Hubwerks müssen zum Beispiel die Bremsen betätigt werden. Dabei wird die Last mithilfe einer mechanischen Bremse fest in Position gehalten, die vorsichtig gelöst wird, wenn der Frequenzumrichter den Motor startet. Geschieht dies zu früh, fällt die Last unkontrolliert nach unten. Daher ist es wichtig, dass das maximale Drehmoment bei null Drehzahl zur Verfügung steht. Hierfür sorgt die DTC. Zusätzlich unterstützt das ABB-Kranregelungsprogramm den Kranfahrer mit einer Drehmomentspeicherung.

Drehmomentspeicher

Die Drehmomentspeicherfunktion ermöglicht eine sichere und zuverlässige

Steuerung der mechanischen Bremse und ist Teil eines Systems, das dafür sorgt, dass der Haken beim Anfahren nicht nach unten fällt. Genauer gesagt, die integrierte Steuerungslogik arbeitet mit Drehmomentspeicherung und Vormagnetisierung, um die mechanische Bremse sicher und zuverlässig zu öffnen und zu schließen. Die mechanische Bremse wird mithilfe einer Feder betätigt und elektrisch gelöst, wenn das erforderliche Drehmoment an der Motorwelle anliegt. Die Software ermöglicht verschiedene Anfahrmethoden und verfügt zusätzlich über eine Bremsenüberwachungsfunktion für Start-, Stopp- und Fahrsequenzen. Zu Beginn der Hubbewegung ist eine niedrige Drehzahl erforderlich. Beim Anlaufen des Motors steht das volle Drehmoment zur Verfügung, das bei niedriger Drehzahl geregelt werden muss. Um eine präzise Bewegung der Last sicherzustellen, wird die Bremse geöffnet und die Drehzahl erhöht.

Das Kranregelungsprogramm von ABB verfügt außerdem über eine Funktion zur Verkürzung der Anfahrzeit: Wenn der Kran anhält, bleibt der Magnetfluss im Motor erhalten (Zeit einstellbar). Wird dieser Magnetfluss nicht beseitigt (durch Bremsen), kann die für das nächste Anfahren benötigte Zeit erheblich verkürzt werden, da keine Vormagnetisierung erforderlich ist.

Zu den weiteren Merkmalen des Kranregelungsprogramms gehört die Überprüfung der Position der mechanischen Bremse (offen/geschlossen). Fällt die Stromversorgung aus oder brennt eine Sicherung durch, muss sich die Bremse schließen. Mit anderen Worten, die Bremse muss auch dann funktionieren, wenn keine Spannung anliegt.

Darüber hinaus verfügt der Industrial Drive von ABB über hervorragende Sicherheitsfunktionen, um den Kranfahrer zu warnen. Ist zum Beispiel das Öffnen oder Schließen der mechanischen Bremse problematisch, meldet ein kleiner Näherungsschalter die Position der Bremse. Der Kranfahrer bekommt eine Warnung und hat genügend Zeit, die Last sicher auf den Boden abzusenken. Ähnliche Herausforderungen ergeben sich beim Anhalten des Krans. Wird die Bremse zu früh geschlossen, „springt“ die Last. Daher muss die Drehzahl bei gleichbleibendem Drehmoment sanft und allmählich reduziert werden, bis die Bremsen geschlossen werden. Danach kann der Motor entmagnetisiert werden.

Das Kranssystem führt vor jeder Belastung automatisch eine Funktionsprüfung durch. Dabei werden alle elektrischen Funktionen und die mechanische Bremse geprüft, um ihren einwandfreien Zustand sicherzustellen und ein Rutschen der Bremse zu verhindern.

4 Die einfache Benutzerschnittstelle auf der Bedientafel des Frequenzumrichters ermöglicht Wartungstechnikern eine schnelle Reaktion auf Warnungen oder Veränderungen der Regelgüte.



Fußnote

⁴⁾ Dies wird mithilfe einer externen Gleichspannung von 24 V an den Softwareboards erreicht.

Transport und Bewegung

Antikollisionssystem

Um Zusammenstöße zu vermeiden, werden Krane mit Antikollisionssystemen ausgestattet, die auf Endlagenschaltern am Ende des Fahrwegs basieren. Die Kollisionserkennung arbeitet lasergesteuert und reduziert die Geschwindigkeit beim Erreichen der Endposition ggf. bis auf null. Sensoren für den oberen und unteren Grenzwert stoppen die Last in der Endposition. Die Sicherheitsfunktion „Geschwindigkeit reduzieren“ begrenzt die Geschwindigkeit in kritischen Zonen auf einen voreingestellten Wert, und in Notsituationen wird die „Schnellhalt“-Funktion aktiviert.

Eine Drehzahlüberwachungsfunktion sorgt dafür, dass die Drehzahl des Kranmotors innerhalb sicherer Grenzen bleibt, während eine Drehzahl-

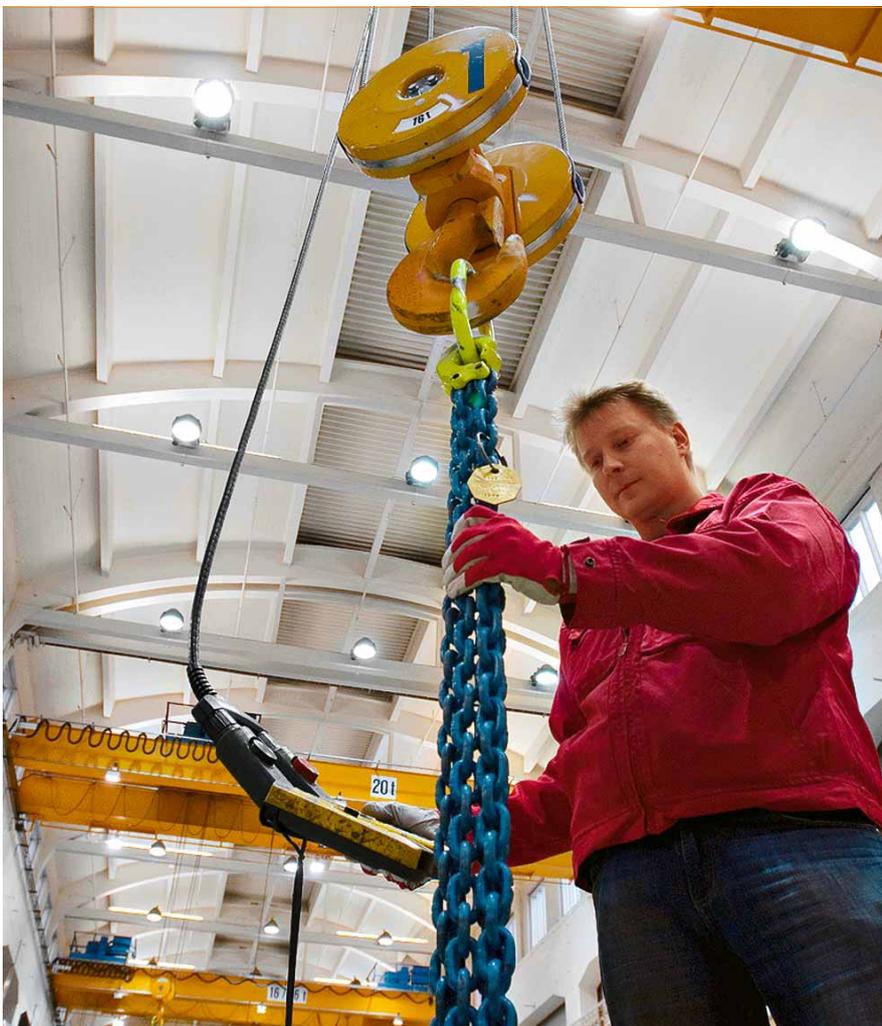
anpassungsfunktion die tatsächliche Drehzahl der Motorwelle ständig mit dem Sollwert vergleicht, um Abweichungen zu erkennen. Bei einer Störung wird der Motor sofort von einer dieser Funktionen gestoppt.

Bedienerezufriedenheit

Die Installation eines neuen Steuerungssystems kann manchmal zu einem psychologischen Spiel zwischen dem Krankonstrukteur und dem Kranfahrer werden. In vielen Fällen ist der Fahrer in der Lage, seine Arbeitsweise anzupassen, um Unzulänglichkeiten im Kransystem wie mangelnde Präzision und Reaktionsfähigkeit auszugleichen. So verursacht die Einführung eines neuen, reaktionsschnelleren Systems (auch bei Verwendung vertrauter Drucktasten und Joysticks) häufig Unzufriedenheit beim Fahrer.

Dieses Problem lässt sich auf zwei Weisen behandeln. Zum einen können die Kranfahrer auf einem Kran geschult werden, der mit einem Antriebssystem von ABB ausgestattet ist. Die zweite und wahrscheinlich überzeugendste Möglichkeit ist ein vollständiger Austausch des Cockpits. Da ein neues Steuerungssystem das Gefühl des Fahrers für den Kran verändert und ihm den Eindruck vermittelt, einen anderen oder gar „neuen“ Kran zu bedienen, spricht vieles dafür, dass die Eingewöhnungsphase durch ein neues Cockpit verkürzt wird. Für einen Kunden von ABB ist dies sogar „wichtiger als der Antrieb selbst. Da der Kranfahrer seine Bezugspunkte verliert und sich an ein neues Steuerungssystem gewöhnen muss, kann es von Vorteil sein, die physische Gestalt der Kabine zu verändern. Ansonsten kommt leicht das Gefühl auf, dass der Kran nicht gut funktioniert, obwohl eigentlich das Gegenteil der Fall ist.“

5 Die Vorteile der Frequenzrichter/Motor/Software-Kombination von ABB machen sich für Kranfahrer und Fabrikpersonal gleichermaßen bemerkbar.



Komfort für das Fabrikpersonal

Wenn sich riesige Trommeln mit einem Gewicht von mehreren Hundert Tonnen durch die Fabrikhalle bewegen, muss das Personal sicher sein, dass die Lasten nicht herunterfallen oder wild hin- und herschwingen. Diese Sicherheit lässt sich durch die präzise Regelung des Motors mithilfe von drehzahlgeregelten Antrieben erreichen. So können auch schwere Lasten äußerst genau positioniert werden 5.

Bei jeder Modernisierung einer Krananlage ist ABB bestrebt, ein System bereitzustellen, das besser reagiert als das vorherige. Zwar werden vor und nach der Modernisierung Messungen vorgenommen, doch häufig erweisen sie sich als überflüssig, da die Verbesserungen für sich sprechen. So ist es vielleicht doch möglich, alle Beteiligten gleichermaßen zufriedenzustellen.

Mikael Holmberg

ABB Drives

Helsinki, Finnland

mikael.holmberg@fi.abb.com

Der Blick aufs Wetter

Mehr Sicherheit und Komfort durch bessere Wettervorhersagen

Louis Moreau, Marc-André Soucy

Wir schauen Wettervorhersagen im Fernsehen, lesen sie in Zeitungen, hören sie im Radio und suchen sie im Internet – manchmal sogar auf Spielkonsolen. Der Ausblick aufs Wetter ist entscheidend für die Planung von Picknicks und Skiausflügen, hilft uns bei der Wahl der richtigen Kleidung und liefert Gesprächsstoff für den Smalltalk. Landwirte verlassen sich bei der Planung ihrer Arbeit auf die Wettervorhersage, während Fischer und Seeleute Wetterkarten nutzen, um raue See und starke Winde zu vermeiden, die das Leben der Besatzung gefährden könnten. Auch die Luftfahrt benötigt zuverlässige Wettervorhersagen, zum Beispiel für die Durchführung von Enteisungsmaßnahmen und zur Planung des Luftverkehrs, um einen möglichst günstigen Treibstoffverbrauch zu gewährleisten und gefährliche Witterungsbedingungen zu umgehen. Energieversorgungsunternehmen nutzen Wettervorhersagen, um den Strombedarf von Heizungs- und Klimaanlage abzuschätzen. Und nicht zuletzt kann eine genaue Vorhersage des Verlaufs eines Hurrikans helfen, Leben zu retten. Es gibt also eine Vielzahl von Gründen, warum der Mensch wissen möchte, wie das Wetter in den nächsten Stunden oder Tagen wird.

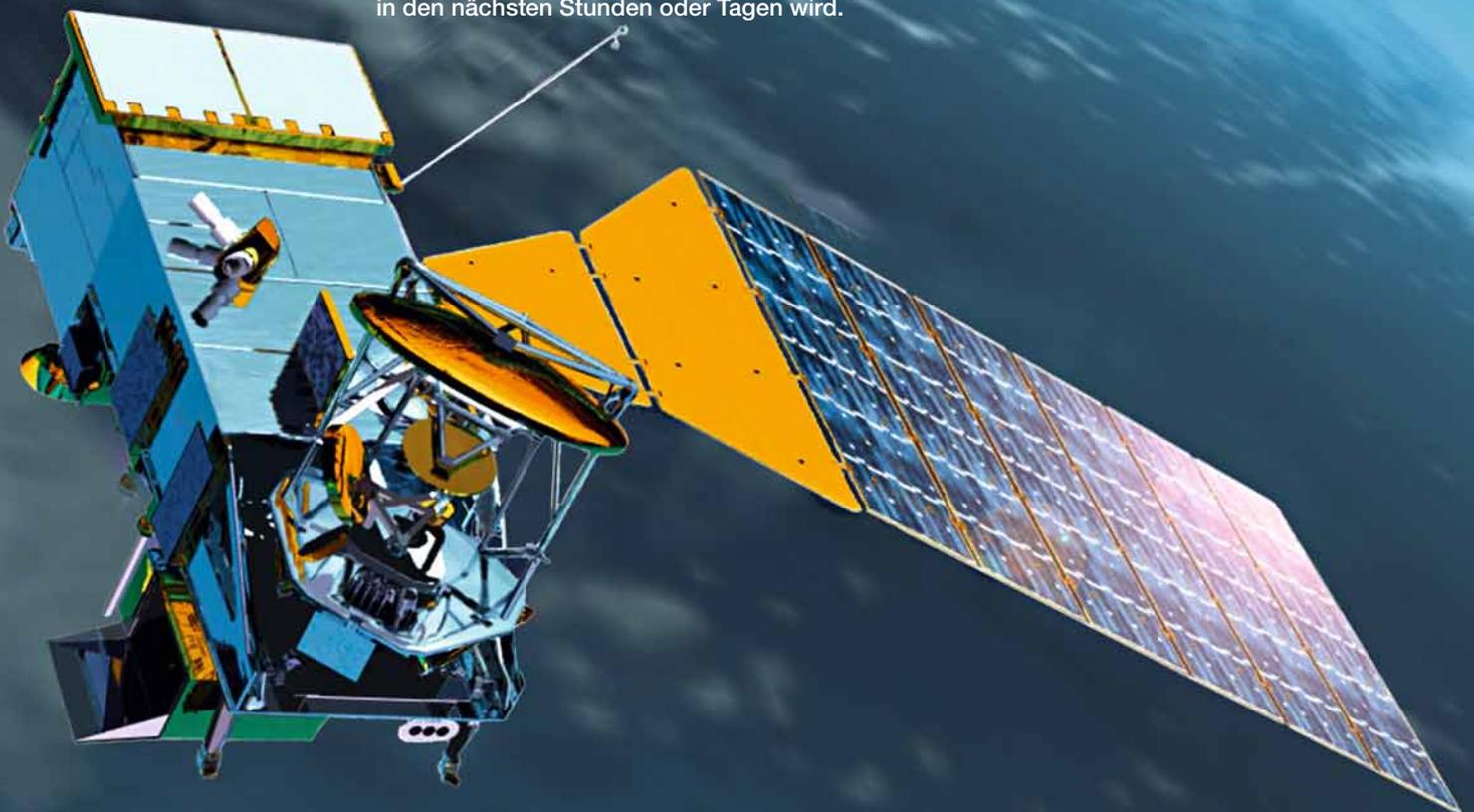


Foto: NPOESS IPO

Wetter und Freizeit

Um Wettervorhersagen erstellen zu können, benötigen Wetterdienste Informationen über die gegenwärtige Großwetterlage in verschiedenen Gebieten der Erde. Dazu sind Echtzeitmessungen von Temperaturen, Druckverhältnissen, Luftfeuchtigkeiten, Windgeschwindigkeiten und -richtungen, Sichtverhältnissen und der Wolkendecke erforderlich. Für einige Parameter werden nicht nur Daten von den Bedingungen auf der Erdoberfläche, sondern auch in unterschiedlichen Höhen benötigt.

Meteorologische Daten werden von geschulten Beobachtern an festen Standorten oder von automatisierten Wetterstationen an Land bzw. auf Seebojen gemeldet. Ungefähr 800 Wetterstationen weltweit nutzen zusätzlich Wetterballons mit Funksonden zur Erfassung von meteorologischen Daten vom Boden bis in eine Höhe von 30 km. Typischerweise werden von jeder Station täglich zwei Ballons in die Atmosphäre geschickt. Darüber hinaus werden auch von einigen kommerziellen Flugzeugen und Schiffen meteorologische Daten erfasst.

Ein weiteres wichtiges Element in diesem „Netzwerk“ sind Wettersatelliten. Sie helfen mit vom Weltraum aus aufgenommenen Bildern bei der Beobachtung von Wolkenstrukturen und der Bestimmung der globalen Luftströ-

mungen. Außerdem werden die Instrumente an Bord der Satelliten verwendet, um die Bodentemperatur, die Luftfeuchtigkeit, die Wolkenhöhe, die Konzentration bestimmter Chemikalien usw. zu bestimmen. Es gibt zwei Arten von Satelliten, die zur Wettervorhersage eingesetzt werden. Zum einen sind es sogenannte geostationäre (geosynchrone) Satelliten, die die Erde in einer Höhe von 36.000 km umkreisen. Da sie sich mit der gleichen Geschwindigkeit bewegen wie die Erde, befinden sie sich fest an einer bestimmten Position über dem Erdboden. Dies ermöglicht eine kontinuierliche Überwachung eines Großteils unseres Planeten. Andere Satelliten, die die Erde in geringerer Höhe (und somit sehr viel schneller) umkreisen, werden zur Erfassung von Daten mit einer höheren räumlichen Auflösung genutzt. Dies geschieht allerdings nicht kontinuierlich wie bei den geostationären Satelliten. Diese Satelliten erfassen typischerweise zweimal am Tag Daten von fast allen Gebieten der Erde. Im Allgemeinen sind die von den Wettersatelliten erfassten meteorologischen Informationen weniger genau und gröber als die von Wetterstationen. Dafür aber liefern die Satelliten Daten für nahezu den gesamten Globus.

Die meisten Länder stellen ihre meteorologischen Informationen frei zur Ver-

fügung. Sämtliche Daten werden dann von den Wetterdiensten gesammelt und in Standardraster eingetragen, um die aktuellen Wetterbedingungen zu bestimmten Zeiten rund um den Globus zu bestimmen. Manche Parameter müssen errechnet werden, um die fehlende Dichte von Messungen in einigen Gebieten der Erde zu kompensieren. Die bestmögliche Schätzung des gegenwärtigen Wettergeschehens zu einer bestimmten Zeit wird als Wetteranalyse bezeichnet. Dies ist nicht zu verwechseln mit einer Wettervorhersage: Bis die Analyse fertiggestellt ist, hat sich das Wetter bereits wieder verändert.

Meteorologen nutzen solche Wetteranalysen als Eingabe für numerische Wettervorhersagemodelle. Dies sind mathematische Modelle, die auf leistungsstarken Computern laufen und die gegenwärtigen Wetterbedingungen in die Zukunft extrapolieren, um Voraussagen für die kommenden Stunden oder Tage zu treffen.

Das Wetter vorauszusagen, ist nicht einfach. Die Atmosphäre ist ein komplexes thermodynamisches System, dessen Bedingungen sich rasch verändern können. Die Genauigkeit der Vorhersage wird bestimmt von der Genauigkeit der Wetteranalysen, die als Eingabe verwendet werden. Diese wiederum hängen von der Qualität und der Menge der gesammelten meteorologischen Daten ab. Die typische Genauigkeit für eine dreitägige Vorhersage liegt im Durchschnitt zwischen 60 und 80%. Bei langfristigeren Voraussagen ist die Genauigkeit entsprechend niedriger. Die Wettermodelle liefern ebenfalls eine Prognose der durchschnittlichen Bedingungen für größere Gebiete (typischerweise über 1.500 km²). Da das Wetter im gesamten Vorhersagegebiet in Wirklichkeit nicht überall gleich ist, liegt hier eine weitere Fehlerquelle. Manchmal werden die Ergebnisse numerischer Wettervorhersagemodelle von erfahrenen Meteorologen „nachgebessert“ und manuell an neueste lokale Messungen oder lokale Besonderheiten angepasst, die von den Modellen nicht berücksichtigt werden. Dies ist einer der Gründe, warum Vorhersagen aus unterschiedlichen Quellen für ein und dieselbe Region voneinander abweichen können.

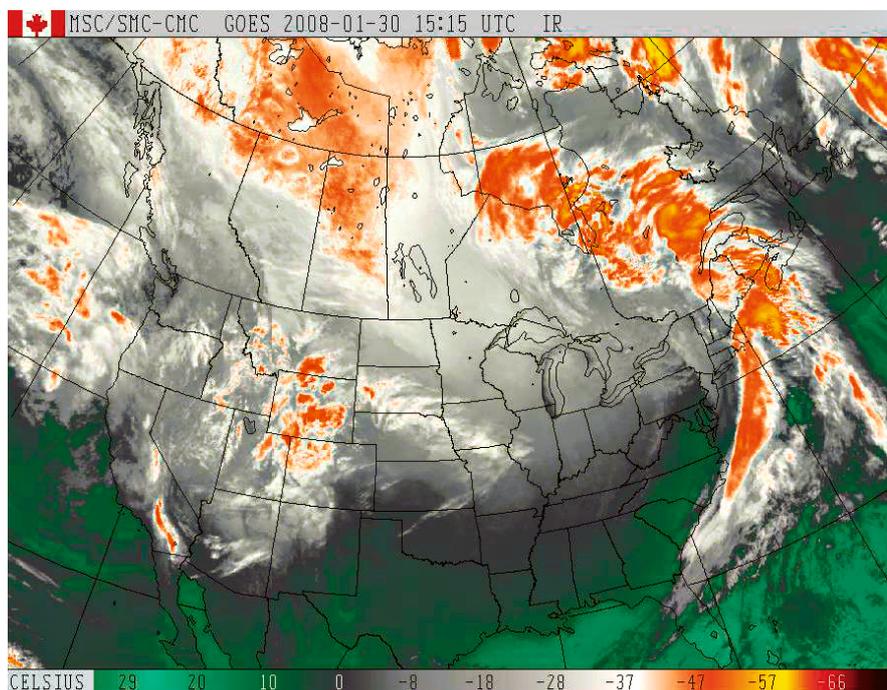
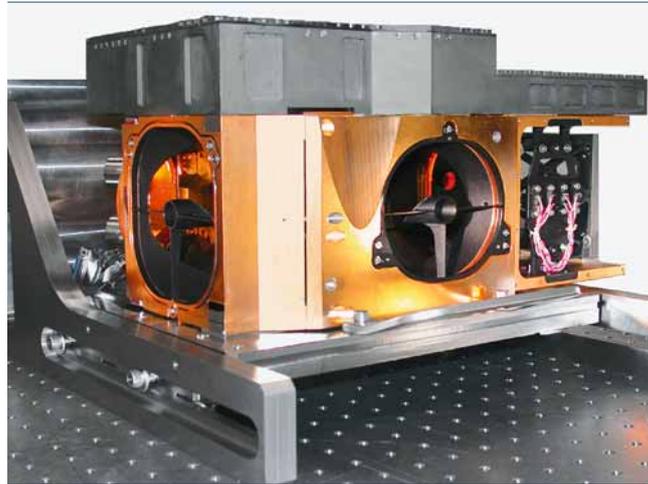


ABB bietet ein neues Produkt, das die vielen Instrumente zur Erfassung meteorologischer Daten ergänzt: das Infrarot-Spektrometer AERI (Atmospheric Emitted Radiance Interferometer). Diese Instrumente werden am Boden installiert und beobachten die Atmosphäre durch Messung der einfallenden Infrarotstrahlung. Diese Messungen werden dann zur Erstellung vertikaler Profile der Temperatur und Luftfeuchtigkeit in der unteren Atmosphäre (bis zu einer Höhe von 5 km) verwendet. Die AERI-Instrumente arbeiten vollautomatisch und übertragen ihre Daten alle 10 Minuten über eine drahtlose Funkverbindung an eine Erfassungsstation. Das Instrument wurde in den letzten 10 Jahren in Zusammenarbeit mit der Universität Wisconsin in den USA entwickelt und wird nun erstmalig kommerziell eingesetzt. Darüber hinaus sind mehrere Einheiten zu Forschungszwecken im Einsatz. AERI-Instrumente sind zwar nicht in der Lage, die Messhöhen der Wetterballons zu erreichen, doch sie liefern Tag und Nacht kontinuierlich Daten und können an automatisierten Wetterstationen installiert werden, die über keine Ballonstartmöglichkeiten verfügen [1].

Satelliten

ABB ist auch an der Konstruktion und Fertigung von Instrumenten für die nächste Generation von Wettersatelliten beteiligt. Im Jahr 2005 wurde das erste von mehreren Interferometern geliefert. Diese bilden das Herzstück eines neuen Instruments, mit dem die neuen US-amerikanischen Wettersatelliten ausgestattet werden. Der sogenannte CrIS (Cross-Track Infrared Sounder)¹⁾ soll Messungen vornehmen, die zur Erstellung vertikaler Profile von Temperatur, Druck, Luftfeuchtigkeit sowie der Konzentration bestimmter Chemikalien in der Troposphäre für nahezu den gesamten Globus verwendet werden **■**. Darüber hinaus liefert ABB die Ausrüstung zur Kalibrierung des Instruments während seines Einsatzes im Weltraum. Auch die mathematischen Gleichungen zur Kalibrierung der Daten des CrIS wurden von ABB entwickelt. Dabei wird der CrIS nicht nur mehr, sondern auch

■ Die CrIS-Interferometer (Cross-Track Infrared Sounder) gehören zur Ausrüstung der neuen US-amerikanischen Wettersatelliten.



viel genauere Informationen liefern als andere aktuelle Technologien und insgesamt zur Verbesserung der Qualität der aus dem All gewonnenen Daten für numerische Wettervorhersagemodelle beitragen [2]. So sind genauere Wettervorhersagen zu erwarten, wenn diese neuen Satelliten in einigen Jahren im Einsatz sind. Ergänzend dazu erforscht ABB zurzeit in Zusammenarbeit mit europäischen und amerikanischen Partnern die Möglichkeiten für den Einsatz von ABB-Technologie in der nächsten Generation von geostationären Wettersatelliten.

Sobald diese neuen Instrumente in Betrieb sind, wird sich die Qualität und Quantität der Informationen über das gegenwärtige Wetter verbessern. Die daraus resultierenden Wetteranalysen werden das gegenwärtige Wetter viel besser widerspiegeln, was dazu führt, dass die aus den numerischen Wettervorhersagemodellen erstellen Prognosen genauer ausfallen.

Neben der Erstellung von Wettervorhersagen betreiben einige Wetterdienste auch eigene Forschungen zur Verbesserung ihrer Wettervorhersagen oder zur Untersuchung außergewöhnlicher Wetterphänomene. Einige Dienste sammeln zusätzlich Daten über die Luftqualität, Umweltverschmutzung und andere Parameter, die nicht notwendigerweise der Vorhersage dienen. Dies geschieht auf regelmäßiger Basis oder nach ungewöhnlichen Ereignissen wie etwa einem Brand in einer Chemiefabrik.

Die Umweltschutzbehörde der USA betreibt z. B. ein Flugzeug, das mit einem Spektrometer von ABB ausgerüstet ist. Aufgabe des Spektrometers ist es, die Konzentration verschiedener Chemikalien in der Atmosphäre zu messen. Das Flugzeug ist Teil des ASPECT-Programms (Airborne Spectral Photometric Environmental Collection Technology) und steht in ständiger Rufbereitschaft, um in Notfällen die Verbreitung gefährlicher Chemikalien in der Luft festzustellen. Seit 2001 war das Instrument mehr als 60-mal im Einsatz, um die Konzentration und die Verbreitung potenziell gefährlicher Chemikalien nach Ereignissen wie dem Absturz der Raumfähre „Columbia“ im Jahr 2003, Flächenbränden in Kalifornien, einem Feuer in einer Produktionsanlage für Methylakrylat in Südtexas im Jahr 2005 und nach den Verwüstungen der Hurrikane Katrina und Rita einzuschätzen [3]. Die gesammelten Daten werden unter anderem zur Erstellung von Umweltstudien, Evakuierungsplänen usw. genutzt.

Auch der nationale meteorologische Dienst des Vereinigten Königreichs (Met Office) nutzt ein Messinstrument von ABB. Das Gerät namens ARIES wurde 1996 gefertigt und kürzlich modernisiert. ARIES wird unter dem Flügel eines Flugzeugs vom Typ BAE 146-301 angebracht, um Vor-Ort-Messungen von chemischen Bestandteilen der Atmosphäre vorzunehmen. Seit 1996 wurde das Instrument bei mehr als 20 Feldmessungen eingesetzt, um das Wissen über die Erdatmosphäre zu erweitern [4].

Der SciSat, ein Satellit der kanadischen Weltraumbehörde, ist ebenfalls

Der SciSat, ein Satellit der kanadischen Weltraumbehörde, ist ebenfalls

Fußnote

¹⁾ Der CrIS (Cross-Track Infrared Sounder) ersetzt das hochauflösende Infrarot-Messgerät (High Resolution Infrared Radiation Sounder) in der nächsten Generation des US-Umweltsatellitensystems NPOESS (National Polar-Orbiting Operational Environmental Satellite System). Der CrIS ermöglicht eine genauere Messung von Temperatur- und Feuchtigkeitsprofilen in der Atmosphäre in einer Höhe von 850 km (siehe auch <http://www.jpo.noaa.gov/>).

Wetter und Freizeit

2 Der SciSat der kanadischen Weltraumbehörde ist mit einem ACE-FTS (Atmospheric Chemistry Experiment – Fourier Transform Spectrometer) von ABB ausgerüstet.



mit einem Messinstrument von ABB ausgerüstet ², das jeden Tag etwa 2.700 hochauflösende Spektren der oberen Atmosphäre im infraroten Bereich des elektromagnetischen Spektrums erfasst. Das Instrument mit der Bezeichnung ACE-FTS (Atmospheric Chemistry Experiment – Fourier Transform Spectrometer) wird hauptsächlich zur Messung des Ozongehalts in der Stratosphäre verwendet. Dieses Gas blockiert den größten Teil der schädlichen ultravioletten Strahlung der Sonne. Der Satellit wurde im Jahr 2003 in die Umlaufbahn gebracht, und seitdem funktioniert das Instrument fehlerlos. Die vom ACE-FTS erfassten Daten haben auch zu einem besseren Verständnis der chemischen Prozesse beigetragen, die zur Erzeugung und Vernichtung von Ozon in der oberen Atmosphäre führen²⁾ [5].

Im nächsten Jahr plant die japanische Weltraumbehörde den Start eines neuen Satelliten mit dem Namen

GOSAT, der ebenfalls mit einem Interferometer von ABB ausgestattet sein wird. Das dazugehörige Messinstrument soll CO₂-Quellen in der Nähe der Erdoberfläche überwachen [6]. Kohlendioxid ist eines der bedeutenden Treibhausgase in der Atmosphäre, die das Klima unseres Planeten beeinflussen.

So verhelfen heutige und zukünftige Instrumente von ABB der Wissenschaft zu einem besserem Verständnis der Atmosphäre und der komplexen chemischen und dynamischen Prozesse, die sich über unseren Köpfen abspielen. In Zukunft werden sie noch bessere Daten liefern, um die Genauigkeit der Wettervorhersagen und damit unsere Chancen auf regenfreie Picknicks zu verbessern.

Infobox Fourier-Transformationsspektroskopie

Fourier-Transformationsspektrometer (FTS) modulieren einen einfallenden Infrarotstrahl in bestimmten Wellenlängen mittels optischer Interferenz. Das einfallende Licht **a** wird in seiner Intensität mithilfe eines Halbspiegels (optische Komponente **b**) in zwei Teile geteilt. Ein Teil wird reflektiert und legt zweimal die Strecke d_1 zwischen dem Halbspiegel und einem beweglichen Spiegel **c** zurück, während der andere Teil durchgelassen wird und die Strecke d_2 zwischen dem Halbspiegel und einem festen Spiegel **d** zurücklegt. Je nach Wellenlänge des einfallenden Lichts und der Länge der Strecken d_1 und d_2 überlagern sich beide Strahlen im ausgehenden Strahl **e** entweder konstruktiv oder destruktiv. Durch Bewegen des Spiegels **c** verändert sich die Intensität

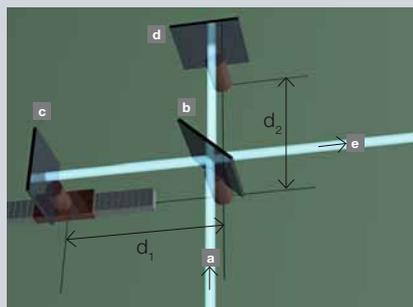
am Ausgang des Interferometers gemäß einer Kosinusfunktion, da die Interferenz eine Folge von vollständig konstruktiven zu vollständig destruktiven Mustern durchläuft. Für die Intensität des modulierten Ausgangssignals (das sogenannte Interferogramm) für einfallendes monochromatisches Licht mit einer Wellenlänge λ (bzw. einer Frequenz von $\nu \equiv c/\lambda$) gilt:

$$I(x; \nu) = I_0 \cos(2\pi \nu x)$$

wobei $x \equiv 2(d_1 - d_2)$ der optischen Weglängendifferenz zwischen den beiden Armen des Interferometers und I_0 der Intensität des einfallenden monochromatischen Lichts entspricht. Bei polychromatischem Licht entspricht das Gesamtinterferogramm einfach der Summe der einzelnen monochromatischen Interferogramme, d. h.:

$$I(x) = \int I_0(\nu) \cos(2\pi \nu x) d\nu$$

wobei $I_0(\nu)$ dem Spektrum des einfallenden polychromatischen Lichts entspricht. Das Interferogramm entspricht einfach der Fourier-Transformation dieses Spektrums. Somit kann das Spektrum der einfallenden Strahlung mithilfe der umgekehrten Fourier-Transformation des Interferogramms bestimmt werden.



Louis Moreau

Marc-André Soucy

ABB Bomem Inc.

Québec, Kanada

louis.m.moreau@ca.abb.com

marc-andre.a.soucy@ca.abb.com

Literaturhinweise

- [1] Feltz, W. F. et al.: „Near continuous profiling of temperature, moisture, and atmospheric stability using the Atmospheric Emitted Radiance Interferometer (AERI)“, J. Appl. Meteor, 2002
- [2] NOAA: „NPOESS Instruments – CrIS“, http://www.ipo.noaa.gov/Technology/cris_summary.html (Januar 2008)
- [3] Kroutil, R. et al.: „Emergency response chemical detection using passive infrared spectroscopy“, SPIE (<http://spie.org/x8799.xml>, Januar 2008)
- [4] UK Met Office: „Infrared interferometry using ARIES“, <http://www.metoffice.gov.uk/research/obr/radtran/ariesinstr.html> (Januar 2008)
- [5] CSA: „SCISAT – From dawn to twilight“, <http://www.space.gc.ca/asc/eng/satellites/scisat/> (Januar 2008)
- [6] JAXA: „Greenhouse Gases Observing Satellite (GOSAT)“, http://www.jaxa.jp/projects/sat/gosat/index_e.html (Januar 2008)

Fußnote

²⁾ Der kanadische Satellit SciSat hilft einem Team von kanadischen und internationalen Wissenschaftlern dabei, den Abbau der Ozonschicht – insbesondere die Veränderungen über Kanada und der Arktis – besser zu verstehen. Das ACE-FTS an Bord des SciSat misst gleichzeitig die Temperatur in der oberen Atmosphäre und spürt Gase, dünne Wolken und Aerosole in einer Höhe von 650 km auf.

Bewegende Momente

Antriebstechnik von ABB bewegt das Dach und das Spielfeld eines neuen Stadions

Ken Graber

Mit der zunehmenden Größe und Komplexität moderner Sportstätten sind die Architekten und Ingenieure stets auf der Suche nach neuen, kühnen Ideen. Fahrbare Dächer sind ein beliebtes Merkmal solcher Anlagen, denn sie ermöglichen eine effektivere Steuerung der Umgebungsbedingungen innerhalb des Stadions. Nur eine erlesene Zahl von Unternehmen besitzt die Fähigkeit und das Wissen, diese riesigen Konstruktionen, die selbst eine architektonische Meisterleistung darstellen, in Bewegung zu versetzen.



Wetter und Freizeit

Einer dieser Experten ist Uni-Systems mit Sitz in Minneapolis, Minnesota. Ganz gleich, ob es sich um ein bewegliches Dach, einen einfahrbaren Wurfhügel auf einem Baseballfeld, bewegliche Wände oder Sitzplätze geht, Uni-Systems hat sich als führender Anbieter auf diesem Gebiet etabliert. Zu den eindrucksvollen Referenzen des Unternehmens gehören der Minute Maid Park und das Reliant Stadium in Houston, Texas, der Miller Park in Milwaukee, Wisconsin, das RFK Stadium in Washington D.C. sowie seit Neuestem das Stadion der Arizona Cardinals in Glendale, Arizona.

Mit seiner geneigten Dachkonstruktion bot das Stadion der Arizona Cardinals neue Herausforderungen bei der Konstruktion des Fahrmechanismus für das Dach. Um eine optimale Regelung der Drehmomentverteilung zu gewährleisten, entschied sich Uni-Systems für den Einsatz von Frequenzumrichtern des Typs ACS800 und eine Zusammenarbeit mit ABB.

Eine architektonische Oase in der Wüste

Als sich die Arizona Cardinals (ein Verein der US-National Football League) vor sieben Jahren für den Bau eines neuen Stadions entschieden, spielte das Wüstenklima bei der Planung eine wichtige Rolle. Schließlich macht die Hitze sowohl den Spielern als auch den Zuschauern zu schaffen und hat Auswirkungen auf das Spielfeld aus Naturrasen. Andererseits ist das Klima in den kälteren Monaten ideal für die Austragung von Freiluftveranstaltungen. Die äußere Form des Stadions erinnert an einen Faskaktus und wurde vom namhaften

Architekten Peter Eisenmann in Zusammenarbeit mit dem auf Sportstätten spezialisierten Architekturbüro HOK Sport entworfen. Das fahrbare Dach lässt sich schließen, um eine Klimatisierung des Stadions in der heißen Jahreszeit zu ermöglichen, und kann in den kalten Monaten geöffnet werden **1**. Die Dachsegmente bestehen aus einem mit PTFE (Polytetrafluorethylen) beschichteten Glasfasergewebe und sind erheblich leichter als ein herkömmlich gedecktes Dach.

Ein bewegliches Spielfeld

Das Design des Stadions umfasst nicht nur ein fahrbares Dach, sondern auch ein bewegliches Spielfeld **2**. Das innovative herausfahrbare Feld wird dem Verein schätzungsweise 50 Millionen USD an Betriebskosten einsparen, da es wirtschaftlicher ist, das Spielfeld aus dem Stadion herauszufahren, als das gesamte Dach so weit zu öffnen, dass genügend Sonnenlicht auf den Rasen gelangt. Das fahrbare Spielfeld aus Naturrasen befindet sich in einer 71 m breiten und 122 m langen Wanne mit einem Gewicht von 7.700 t – der ersten dieser Art in Nordamerika. ABB-Motorstarter aktivieren die Motoren, die das Feld bewegen. Das Design des Stadions ist so einzigartig, dass der Fernsehsender „The Discovery Channel“ in einer mehrteiligen Serie darüber berichtete.

Direkte Drehmomentregelung

Das Dach des Stadions unterscheidet sich von allen anderen, die Uni-Systems bis dato konstruiert hatte. Laut Lennart Nielsen, Senior Electrical Designer bei Uni-Systems, war eine der wichtigsten

Entscheidungen die Wahl der Motorantriebe zur Steuerung der Dachbewegung. „Ein wichtiger Entscheidungsfaktor für die ABB Drives war das natürliche Risiko, das mit der Bewegung eines Dachs auf geneigten Schienen verbunden ist“, so Nielsen **3**. „Aus diesem Grund suchten wir nach einem umrichter-gespeisten Antrieb, der es uns ermöglicht, das Antriebsdrehmoment vor jeder Bewegung des Dachs zu prüfen, um sicherzugehen, dass jeder Antrieb funktionstüchtig ist und das 100%ige Drehmoment liefert. Der ACS800 ist dazu in der Lage. Vor jeder Bewegung prüft die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) das Drehmoment der Frequenzumrichter bei 0 Hz, bevor die Motorbremsen gelöst werden.“ Die ABB Drives können ohne Geber und Rückführung installiert und betrieben werden, was dem Unternehmen dabei half, die Budgetanforderungen einzuhalten.

Bei den Dächern, die Uni-Systems vorher konzipiert hatte, würde das Dach einfach in der aktuellen Position verbleiben, falls die Motoren beim Lösen der Bremsen aus irgendeinem Grund nicht starteten. Beim neuen Stadion der Cardinals mit seiner geneigten Dachkonstruktion könnten in einer solchen Situation die Dachsegmente auf dem Parkplatz landen.

„Das ABB-System mit seiner direkten Drehmomentregelung misst das Feedback vom Motor viel genauer als ein herkömmlicher Frequenzumrichter“, erklärt Nielsen. „Mithilfe ihrer Regelungs-/Ausgangs-Algorithmen sind die ABB Antriebe in der Lage, die Charakteristik

1 Das fahrbare Dach des neuen Stadions der Arizona Cardinals in Glendale, Arizona, wird von ABB ACS800-Frequenzumrichtern angetrieben.



2 Das Spielfeld kann komplett aus dem Stadion herausgefahren werden.



eines Motors bei 0 Hz zu messen (d. h. das Energiefeld wird aufgebaut ohne den Motor zu drehen), und das ist ein wichtiger Grund, warum wir uns für sie entschieden haben.“

„Wir wollten diese Möglichkeit bis zu einer Frequenz von 0 Hz, und keiner der Hersteller – außer ABB – konnte dies garantieren“, so Nielsen weiter.

Entscheidende Elemente für die Funktion des Dachs

Das fahrbare Dach besteht aus zwei beweglichen Segmenten, die zwischen parallelen, entlang der Ost- und Westseite des Gebäudes verlaufenden Schienen aufgehängt sind ⁴. Aufgrund des leicht gewölbten Dachprofils, das vom Scheitelpunkt in Höhe der 50-Yards-Linie in Richtung des nördlichen und südlichen Endes des Gebäudes abfällt, sind die Schienen gekrümmt. Jedes Dachsegment ruht auf acht zweirädrigen Trägern – jeweils vier entlang der Ost- und Westseite. Je vier Träger bilden einen Quadranten des gesamten fahrbaren Dachsystems.

Herkömmliche Systeme auf der Basis von Traktionsrädern, wie sie Uni-Systems bei vorherigen Stadionprojekten eingesetzt hatte, waren für das geneigte Stadionsdach in Arizona ungeeignet. Stattdessen entwickelte Uni-Systems ein System, bei dem die Dachsegmente auf jeder Seite von vier 3,8 cm starken Stahlseilen bewegt werden.

Auf beiden Seiten der Dachschiene verlaufen zwei Seile, von denen jedes auf einer eigenen Seiltrommel mit einem

Durchmesser von 122 cm aufgewickelt ist. Auf beiden Seiten der oberen beiden Träger jedes Quadranten ist jeweils eine Trommel angeordnet. Die unteren beiden Träger werden nicht angetrieben. Die Trommeln werden über einen Zahnkranz auf dem Außenrand von vier 5,6 kW (7,5 PS) starken 480-V-Wechselstrom-Getriebemotoren mit Federkraftbremsen angetrieben ⁵.

Die vier Motoren jeder Trommel werden von zwei 15-kW-Frequenzumrichtern vom Typ ACS800 geregelt, d. h. jeder Quadrant des Dachs wird von 16 Motoren angetrieben, die von acht Frequenzumrichtern geregelt werden. Eine präzise Steuerung der Frequenzumrichter ist unbedingt erforderlich, um eine gleichmäßige Verteilung der Last auf die Seile zu gewährleisten. „Wir hielten es für unangebracht, die SPS für das Dach über den ProfiBus, der für die normale Datenkommunikation zwischen der SPS, den Frequenzumrichtern und den dezentralen E/As vorgesehen war, als ‚Schiedsrichter‘ für jeden einzelnen Antrieb agieren zu lassen“, sagt Nielsen. „Stattdessen verwenden wir ein paralleles Kommunikationsnetzwerk auf Glasfaserbasis zwischen jeder Gruppe aus acht Frequenzumrichtern, wobei jeweils ein Frequenzumrichter als Master und die anderen sieben als Follower konfiguriert wurden“.

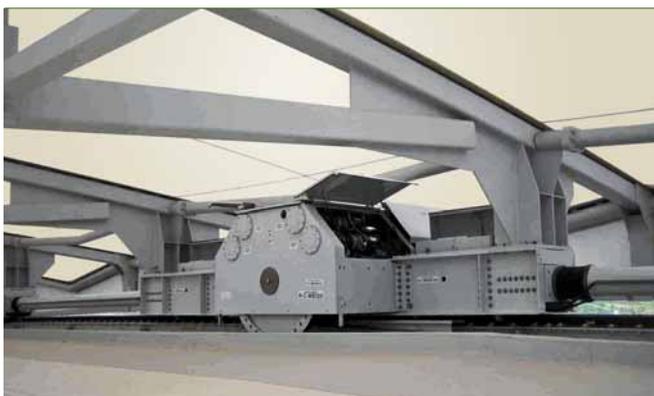
Sobald sich das Dach bewegt, muss für jeden Follower ein sehr enger Drehmoment-/Drehzahlbereich in Bezug auf den Master-Antrieb des jeweiligen Quadranten eingehalten werden“, so Nielsen weiter. „Mithilfe der ultraschnellen direk-

ten Drehmomentregelung des ACS800 ist dies über das schnelle Glasfasernetzwerk zwischen den Frequenzumrichtern möglich.“

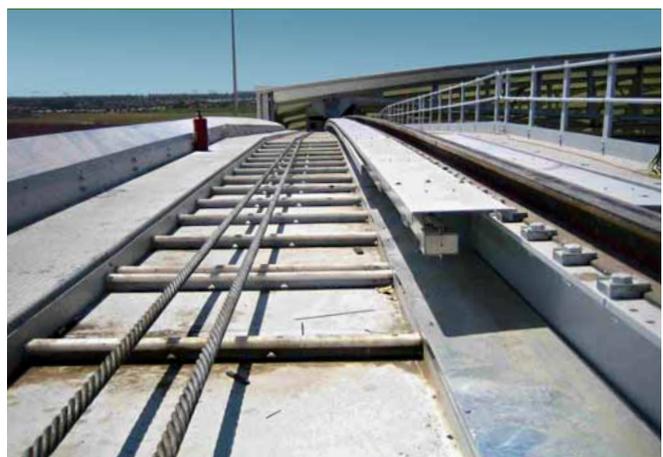
Die SPS sendet einen Drehzahl-(bzw. Frequenz-)Befehl an jeden der beiden Master-Antriebe (einer pro Seite), woraufhin die sieben Follower ihr Drehmoment an den Master anpassen. Die SPS jedes Dachsegments regelt die Ausrichtung der beiden Quadranten gegeneinander mithilfe von Positionsrückmeldungen eines Absolutwertgebers in jedem Quadranten und Inkrementalgebern an jeder Seiltrommel. Bewegt sich eine Seite des Dachs – bei einem Schienenabstand von 78 m – mehr als 5 cm vor der anderen, gibt die SPS dem Master der vorauseilenden Seite den Befehl zum Verlangsamen, bis beide Seiten wieder gleichauf liegen.

Da die Dachschiene gewölbt sind, nimmt die tatsächliche Seillast zu, wenn sich die Dachsegmente in die geöffnete Position und in den steileren Abschnitten der Schienen bewegen. Um ein optimales Motordrehmoment zu gewährleisten, liefern die Frequenzumrichter in der unteren Hälfte der Schienen 60 Hz und in der oberen Hälfte 85 Hz, um die Fahrzeit zu verkürzen. Die Motoren arbeiten sowohl im Antriebs- als auch im Generatormodus, d. h. als Motor, wenn die Dachsegmente aufwärts bewegt (geschlossen) werden und als Generator, wenn sie nach unten gelassen (geöffnet) werden. Die ABB Drives sind wartungsfrei in klimatisierten Gehäusen untergebracht, die auf den Trägern montiert sind.

³ Da die Dachsegmente auf geneigten Schienen laufen, war ein Antrieb erforderlich, der vor jeder Dachbewegung das Drehmoment prüft, um die Funktionsfähigkeit des Systems sicherzustellen. ABB war der einzige Hersteller, der dies bei 0 Hz gewährleisten konnte.



⁴ Das fahrbare Dach besteht aus zwei beweglichen Segmenten, die zwischen zwei parallelen Schienen aufgehängt sind.



Wetter und Freizeit

Seilswingungen

Bei den ersten Tests am Stadion der Cardinals stellte sich heraus, dass die Antriebsseile beim Öffnen des Dachs durch natürliche Frequenzen zu schwingen und zu schlagen begannen. „Je schneller wir das Dach bewegen, desto schlimmer wurde es“, berichtet Nielsen. „Wir sahen, dass es durch die Frequenzumrichter noch verstärkt wurde. Durch das Schwingen ergeben sich an den Verankerungspunkten der Seile unterschiedliche Drehmomente. Der Master-Antrieb reagiert auf diese Veränderungen, indem er sein Drehmoment entsprechend anhebt oder senkt. Dieses Drehmomentprofil wird dann an die anderen Antriebe übertragen, die entsprechend reagieren. Dadurch werden die Schwingungen im gesamten Seilssystem immer stärker.“

Angesichts dieser unvorhergesehenen Herausforderung schickte ABB einige Ingenieure nach Glendale, um Uni-Systems bei der Abstimmung der Frequenz-

5 Jede Seiltrommel wird über einen Zahnkranz auf dem Außenrand von vier 5,6 kW starken 480-V-Wechselstrom-Gerriebemotoren angetrieben, die von zwei 15-kW-Frequenzumrichtern vom Typ ACS800 geregelt werden.



umrichter auf diese Situation zu helfen und eine optimale Regelung ohne ein Schwingen der Seile beim Öffnen des Dachs sicherzustellen. „Wir hätten wahrscheinlich die Toleranzen geöffnet, um das Fenster rund um die optimale Drehzahl und das optimale Drehmoment zu vergrößern. So hätten wir ein geringes Schwingen zugelassen, ohne dass die Antriebe darauf reagieren. Doch ABB ging den umgekehrten Weg und machte das Fenster extrem klein, um zu verhindern, dass die Antriebe so stark reagieren, dass es zu Schwingungen kommt.“

„Wir mussten einfach eine Standard-Softwarefunktion des ACS800 nutzen, die es ermöglicht, ein Drehzahlfenster für die Followers zu definieren, das die koordinierte Solldrehzahl des Masters überschreibt“, erläutert ABB-Applikationsingenieur Steve Boren.

„Aufgrund der ungleichen Seildehnung, die als Schlupf zwischen den angetrie-

benen Seiltrommeln betrachtet werden kann, ist es schwierig, die Last gleichmäßig auf die Trommeln zu verteilen. Doch durch Aktivierung der Drehzahlfenster-Funktion des ACS800 in den drehmomentgeregelten Follower-Antrieben und die Begrenzung des Fensters (Schlupf) auf nur 2 U/min für jeden Motor bleibt den Seiltrommeln nicht anderes übrig, als die Last des riesigen Dachs gleichmäßig untereinander aufzuteilen.“

Zukünftige Projekte

Während das Stadion der Arizona Cardinals kurz vor der Fertigstellung steht, widmen sich Uni-Systems und ABB bereits mehreren neuen Projekten für NFL-Stadien. So werden zum Beispiel die Indianapolis Colts den RCA Dome durch ein neues, hochmodernes Stadion mit beweglichem Dach ersetzen. „Das für dieses Dach erforderliche System ist viel komplexer“, verrät Nielsen. Statt eines Längen-zu-Breiten-Verhältnisses von nahezu 1:1 haben die Dachsegmente des Colts-Stadions ein Verhältnis von 5:1. Anders als beim Stadion der Cardinals sind hier fünf Schienen und doppelt so viele Seile und Antriebe erforderlich. Ebenfalls in Arbeit ist der Entwurf für das neue Stadion der Dallas Cowboys. In beiden Stadien wird der neuere rückspesiefähige ABB-Frequenzumrichter ACS800-U11 zum Einsatz kommen, der bei der Konzeption des Cardinals-Stadions noch nicht verfügbar war.“ Im Stadion der Cardinals wurden eigenständige rückspesiefähige Antriebe mit ACS800-Frequenzumrichtern eingesetzt.

Mit zunehmender Erfahrung, die Uni-Systems und ABB in diesem Nischengeschäft sammeln, sind in Zukunft noch kühnere Konzepte zu erwarten.

Infobox 1 Das fahrbare Dach in Daten

- Zwei bewegliche Dachsegmente mit einem Gewicht von je 550 t.
- Abmessungen jedes Segments: 56 m x 86 m x 4,9 m
- Jedes Segment ist in Höhe der 50-Yards-Linie über acht 3,8 cm starke Stahlseile mit dem Stadiongebäude verbunden (Gesamtseillänge über 800 m).
- 32 Antriebsmotoren mit je 5,6 kW (7,5 PS) für jedes Segment (358 kW/480 PS insgesamt)
- Jedes Segment läuft auf 16 Kranrädern mit einem Durchmesser von 97 cm.
- 270 t mechanische Ausrüstung sind zur Bewegung des Dachs erforderlich.
- Spannweite des fahrbaren Dachs: 78,5 m
- Zwei Schienenstränge mit 86,8 kg/m Kranschiene (Gesamtlänge über 400 m)
- Maximale Fahrgeschwindigkeit: 0,4 km/h
- Gesamtfahrdauer: 11,5 min (10 min Fahrzeit plus 1,5 min zur endgültigen Positionierung)

Infobox 2 Antriebstechnik von ABB

ABB ist der größte Hersteller von Elektromotoren und elektrischen Antrieben weltweit. Das Unternehmen beliefert eine Vielzahl von industriellen und gewerblichen Kunden mit einem umfassenden Angebot an energieeffizienten elektrischen Antrieben, Motoren und Antriebskonzepten. Zu den Produkten gehören drehzahlgeregelte Gleich- und Wechselstromantriebe für Elektromotoren mit Leistungen von 10 W bis 100 MW sowie anwendungsspezifische Antriebslösungen für die unterschiedlichsten Kundenanforderungen (www.abb.com/drives).

Ken Graber

ABB Automation Technologies
New Berlin, Wisconsin, USA
ken.j.graber@us.abb.com



Die Macht der Stille

Konstruktion und Fertigung geräuscharmer Transformatoren
Ramsis Girgis, Jan Anger, Donald Chu

Die Stille ist eine Quelle großer Stärke – diese Worte des chinesischen Philosophen Lao Tzu lassen sich auch auf moderne Leistungstransformatoren anwenden. Auch wenn Transformatoren für unsere Stromversorgung unentbehrlich sind, sollten die negativen Seiten ihres Betriebs nicht ignoriert werden. Ein bedeutendes Problem sind hierbei die störenden Geräusche, die sie erzeugen.

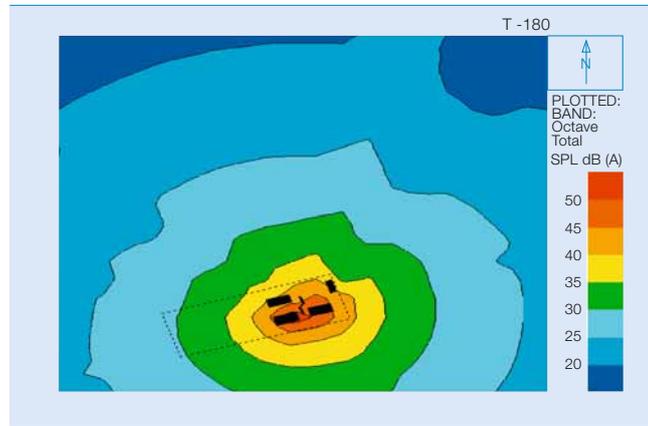
Die wohl weltweit strengsten Lärmverordnungen gelten in New York City. Um Transformatoren dorthin liefern zu können, müssen Unternehmen äußerst hohe Anforderungen erfüllen. Dank ihres fundierten Wissens über die Vibrationen und Geräusche von Transformatoren ist es ABB gelungen, diese Anforderungen zu erfüllen. Damit ist das Unternehmen hervorragend positioniert, um auch andere Großstädte der Welt mit geräuscharmen und ultraleisen Transformatoren zu beliefern.

Energie und Versorgung

Heute spielen Umweltaspekte in der Öffentlichkeit eine immer wichtigere Rolle. Dies gilt auch für die Lärmbelastigung in der Nähe von Wohngebieten. In Transformatoren kommt es bei laufendem Betrieb zu Vibrationen, die als charakteristisches Summen zu hören sind **1**. Dieses als „Lärm“ eingestufte Geräusch besteht in erster Linie aus vier reinen Tönen, deren Frequenz im Bereich der menschlichen Sprache liegt **2**. Da das Geräusch störend und unangenehm ist, sollten Wohngebiete entsprechend geschützt werden. Dies gilt insbesondere in Städten, in denen Häuser in unmittelbarer Nähe von Transformatoren für die Stromversorgung gebaut werden.

In vielen Ländern gelten lokale und nationale Höchstwerte für Geräuschemissionen. Diese reichen von „normalen“ Werten in ländlichen Gegenden über niedrige Werte in der Nähe von Großstädten bis hin zu äußerst niedrigen Werten wie in einigen Teilen New Yorks. Um diese Anforderungen im Hinblick auf Geräuschemissionen erfüllen zu können, ist es wichtig, den gesamten Vorgang der Entstehung, Übertragung und Abstrahlung zu verstehen. Dieses Wissen hat es ABB ermöglicht, geräuscharme Transformatoren für Kunden in verschiedenen Teilen der Welt zu konstruieren und zu bauen. Erst vor Kurzem wurde eine Reihe ultraleiser Transformatoren an den Stromversorger ConEd in Manhattan, New York,

1 Geräuschpegel rund um eine kleine Unterstation mit zwei 40-MVA-Transformatoren. Wenn der Pegel bestimmte Werte übersteigt, kann es für den Menschen unangenehm werden.



geliefert, wo die strengsten Lärmverordnungen der Welt gelten.

Geräuschpegel und Frequenzspektrum

Der Schall basiert auf winzigen Schwankungen des Luftdrucks. Er ist für das menschliche Ohr hörbar, wenn der Pegel über einem bestimmten Wert und die Frequenz der Druckschwankungen im Bereich von 20 Hz bis 20 kHz liegen. Begrenzungen des Schallpegels basieren typischerweise auf der menschlichen Wahrnehmung des Schalls, die sowohl logarithmisch als auch frequenzabhängig ist. So ist das menschliche Ohr zum Beispiel zehnmal weniger empfindlich gegenüber Geräuschen mit 100 Hz als gegenüber Geräuschen mit 1.000 Hz. Und jede Verdopplung des absoluten Schalldrucks wird als geringe Erhöhung des Schallpegels empfunden. Daher wird der Schall in Dezibel (dB) gemessen, wobei ein Dezibel als $1 \times \text{Log}10$

(Schalldruck) definiert ist. Schallpegel werden üblicherweise in A-bewerteten Dezibel – dB(A) – angegeben, wobei der Schallpegel frequenzabhängig durch ein sogenanntes „A-Filter“ gedämpft wird, das den Frequenzgang des menschlichen Gehörs abbildet **3**.

Die Messung des Geräuschpegels von Transformatoren wird von Industriestandards (IEEE und IEC) vorgegeben. Allerdings fordern einige Kunden die Angabe eines kollektiven Gesamtgeräuschpegels in dB(A), andere wiederum die Angabe einzelner Frequenzkomponenten. Bei manchen Kunden müssen nur die Geräusche des Trafokerns und des Lüfters gemessen werden, während andere den Gesamtgeräuschpegel des Transformators einschließlich der Lastgeräusche gemessen haben wollen.

Transformatorgeräusche

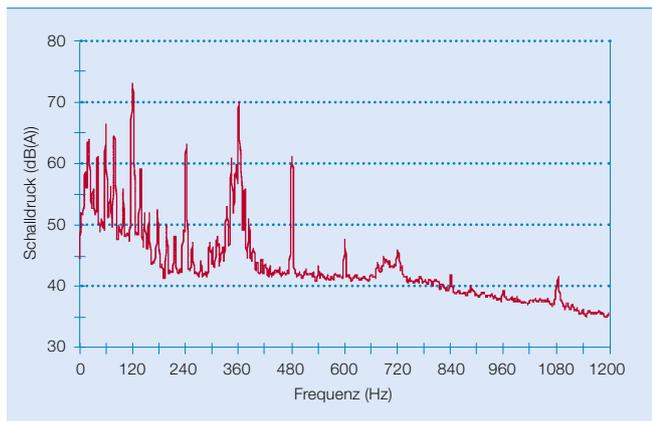
In Transformatoren gibt es drei Schall-/Geräuschquellen:

- Kerngeräusche durch magnetostruktive Effekte
- Lastgeräusche aufgrund von elektromagnetischen Kräften in den Wicklungen und Teilen der Konstruktion infolge von Streuflüssen
- Geräusche durch den Betrieb von Kühlanlagen, Lüftern und Pumpen

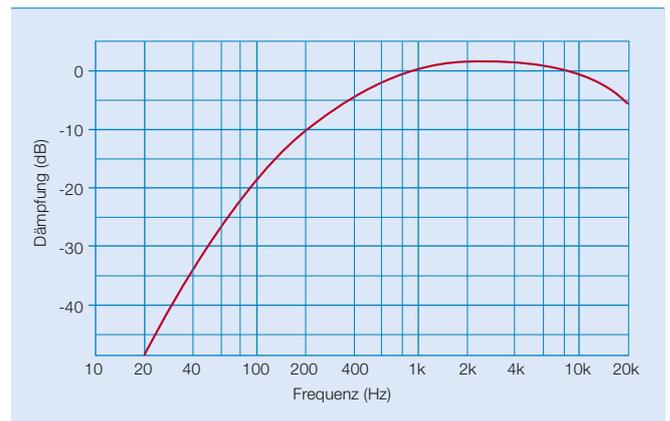
Kerngeräusche durch Magnetostruktion

Der Begriff Magnetostruktion bezeichnet kleine mechanische Verformungen der Kernbleche durch das Anlegen eines

2 Typisches Geräuschfrequenzspektrum eines 60-Hz-Leistungstransformators



3 Frequenzgang des A-Filters bei Geräuschen unterschiedlicher Frequenz



Magnetfelds. Die Längenänderung der Bleche ist dabei von der Richtung des Magnetflusses unabhängig und tritt daher mit doppelter Netzfrequenz auf. Da die Magnetostruktionskurve jedoch nicht linear verläuft, treten bei höheren Flussdichten höherfrequente Oberschwingungen gerader Ordnung auf **4**. Aus diesem Grund weisen die Kerngeräusche Frequenzkomponenten mit einem Mehrfachen von 100 Hz (bei 50-Hz-Transformatoren) bzw. 120 Hz (bei 60-Hz-Transformatoren) auf. Die relative Amplitude dieser verschiedenen Frequenzkomponenten hängt vom Kernmaterial, der Kerngeometrie, der Betriebsflussdichte und der Nähe der Resonanzfrequenzen von Kern und Kessel zu den Erregungsfrequenzen ab.

Lastgeräusche durch Elektromagnetismus
Lastgeräusche entstehen hauptsächlich durch die Wechselwirkung zwischen dem Laststrom in den Wicklungen und dem dadurch hervorgerufenen Streufluss. Die Hauptfrequenz beträgt daher das Doppelte der Netzfrequenz, d. h. 100 Hz bei 50-Hz-Transformatoren und 120 Hz bei 60-Hz-Transformatoren. Enthält der Laststrom bedeutende Oberschwingungen, wie es z. B. bei Gleichrichtertransformatoren der Fall ist, weisen die Kräfte höherfrequente Oberschwingungen auf. Diese zusätzlichen Oberschwingungen sind eine bedeutende Geräuschquelle, die bei der Spezifikation eines Transformators berücksichtigt werden muss. Der durch den Laststrom verursachte Geräuschpegel hängt stark von der Transformatorlast ab. Eine Reduzierung des Stroms um 50 % bewirkt eine Minderung der Laststromgeräusche um 12 dB.

Geräusche durch Kühlanlagen

Lüftergeräusche unterscheiden sich in ihren Frequenzeigenschaften von den Kern- und Wicklungsgeräuschen. So gibt es keine einzelnen Töne, sondern vielmehr ein breites Spektrum von Frequenzen mit einer Spitze bei der sogenannten Blattfolge- oder Schaufelfrequenz (die Frequenz, mit der die einzelnen Flügel des Lüfterrads an festen Stegen der Konstruktion vorbeilaufen) sowie manchmal beim Doppelten dieser Frequenz. Pumpen erzeugen ebenfalls Geräusche mit einem breiten Frequenzband und tragen zum Gesamtgeräusch des Transformators bei.

Designmerkmale

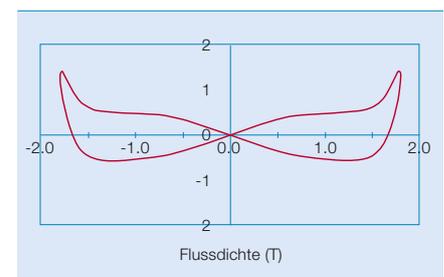
ABB-Leistungstransformatoren der aktuellen Designgeneration „TrafoStar“ weisen einen deutlich niedrigeren Geräuschpegel auf als Transformatoren, die vor 20 oder 30 Jahren gebaut wurden. Dies ist unter anderem folgenden konstruktiven Merkmalen zu verdanken:

- Transformatorenkerne mit einer gleichmäßigeren Magnetflussverteilung und einem geringeren Anteil an Oberschwingungen global im Kern und lokal in den Kernblechen. Zur Optimierung des Kerndesigns und zur Minimierung der Kerngeräusche wurden zwei- und dreidimensionale Modellierungen des Magnetfelds eingesetzt **5**.
- Der Kern wird von einer Presskonstruktion zusammengehalten, die einen gleichförmigen Druck auf die Kernbleche ausübt und gleichzeitig Verformungen verhindert. ABB verwendet selbst entwickelte Tools, um die Vibrationen des Kerns unter Berücksichtigung verschiedener Vibrations-

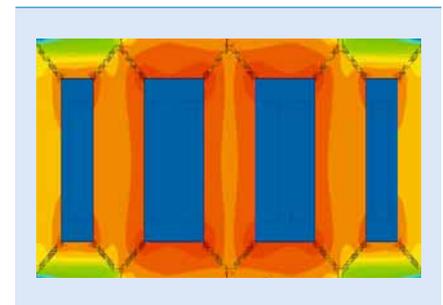
arten und mechanischer Resonanzen sowie der komplexen Kräfte bei der Erregung eines dreiphasigen Transformators zu berechnen **6**.

- Der „TrafoStar“-Kessel ist so konzipiert, dass eine unnötige Verstärkung der Geräusche durch Abstrahlung bzw. Resonanz verhindert wird. Akustische Simulationen, die mithilfe von maßstabsgetreuen Modellen und Versuchen im Maßstab 1:1 verifiziert wurden, lieferten die erforderlichen Erkenntnisse, um Kesselresonanzen zu verhindern und die Schallabstrahlung zu reduzieren.

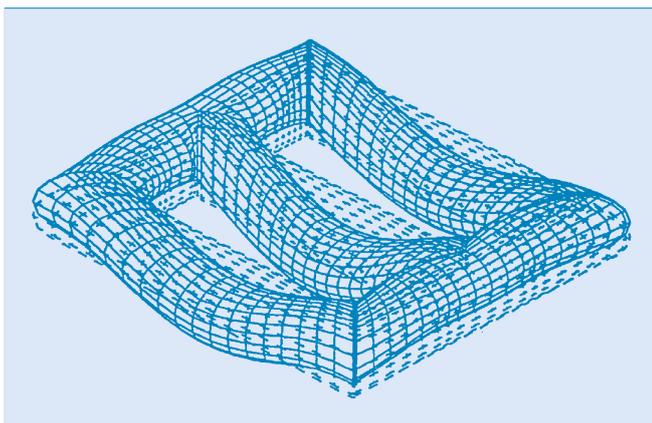
- 4** Beispiel einer Magnetostruktionskurve für die relative Längenänderung von Kernblechen während eines kompletten Zyklus des wechselnden Flusses



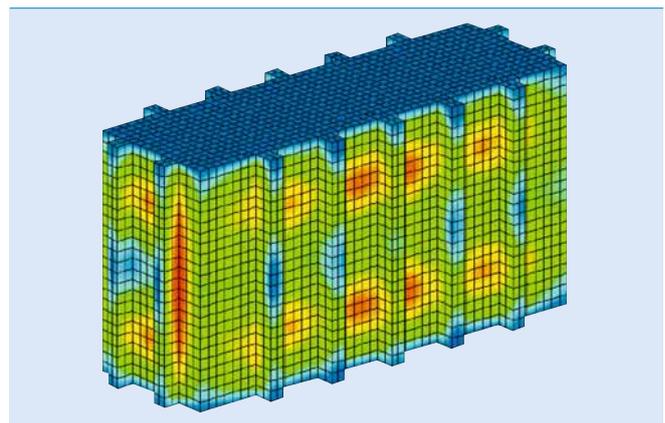
- 5** Verteilung des magnetischen Flusses in einem Dreiphasenkern



- 6** 3-D-Modellierung der mechanischen Schwingungen in einem Dreiphasenkern



- 7** 3-D-Modellierung der Schallabstrahlung vom Kessel eines Dreiphasentransformators



Energie und Versorgung

Geräuscharme Transformatoren

Kerngeräusche

Neben der Reduzierung der Magnetostraktion, der Verwendung von Stahl mit einer höheren magnetischen Polarisation für den Kern und der Reduzierung der Flussdichte im Kern wurden im Laufe der Jahre noch weitere Maßnahmen entwickelt, um Kerngeräusche zu reduzieren. Dazu gehören:

- Entkopplung der Kernvibrationen vom Kessel. Um ein gutes Ergebnis zu gewährleisten, müssen die dynamischen Eigenschaften von Kern und Kessel sorgfältig berücksichtigt und die isolierenden Elemente richtig ausgelegt werden.
- Verhindern von Kessel- und Kernresonanzen. Dies erfordert die genaue Bestimmung der verschiedenen Resonanzfrequenzen von Kern und Kessel **8**.
- Dämpfung des Kessels
- Verwendung von schallschluckenden Verkleidungen oder Gehäusen für Teile des Kessels bzw. den gesamten Kessel (für Transformatoren, die besonders niedrige Geräuschpegel aufweisen müssen)
- Verschiedene neue Verfahren zur Reduzierung der Übertragungsfähigkeit der Kernvibrationen und somit der Schallabstrahlung

Lastgeräusche

Die Art und Anordnung der Wicklungen, Stromdichte, Kesselabschirmung und Auslegungsparameter des Kessels haben bedeutende Auswirkungen auf die Lastgeräusche. Umfangreiche Entwicklungsarbeiten haben folgende Maßnahmen zur Reduzierung der Lastgeräusche ergeben:

- Verwendung von Wicklungsdesigns,

die eine geringere Streuflussdichte begünstigen

- Verhindern von Wicklungsresonanzen
- Verbesserte Kesselabschirmung gegen Streuflüsse
- Dämpfung des Kessels
- Verbessertes Kesseldesign mit geringeren Schallabstrahlungseigenschaften
- Schallschluckende Gehäuse um den gesamten Kessel

Geräusche vom Kühlsystem

Lüftergeräusche können durch die Verwendung von Lüftern mit geringer Drehzahl bzw. Lüftern mit schallschluckenden Elementen am Ein- und Austritt reduziert werden. Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung spezieller Lüfter- bzw. Flügel designs mit verbesserter Geräuschleistung. Bei sehr strengen Geräuschforderungen werden Transformatoren vielfach mit einer größeren Zahl von Radiatoren statt Lüftern versehen. Sind Kühlpumpen erforderlich, können Pumpen mit geringen Geräuschemissionen eingesetzt werden.

Anforderungen an ConEd-Transformatoren

Um die strengen Anforderungen der New Yorker Lärmverordnung erfüllen zu können und die Verwendung ultraleiser Transformatoren in seinem Netz zu sicherzustellen, hat der Stromversorger ConEd seine Geräuschspezifikationen für neue Leistungstransformatoren überarbeitet. Das Ergebnis:

- 1) Die Geräuschemissionen müssen 15 bis 20 dB unter denen von normalen Transformatoren dieser Größe liegen.
- 2) Die Geräuschpegel dürfen garantiert nicht überschritten werden bei:
 - a) 100 % Spannung und 100 % Last,
 - b) maximaler Übererregung und 40 % Last.
- 3) Nicht nur die Gesamtgeräuschpegel, sondern auch jede einzelne

Frequenzkomponente ist durch Grenzwerte reglementiert.

Die zulässigen Höchstwerte für die drei wichtigsten Frequenzkomponenten des Gesamtgeräuschs des Transformators (die Summe der Leerlauf- und Lastgeräusche) sind in der **Infobox** aufgeführt.

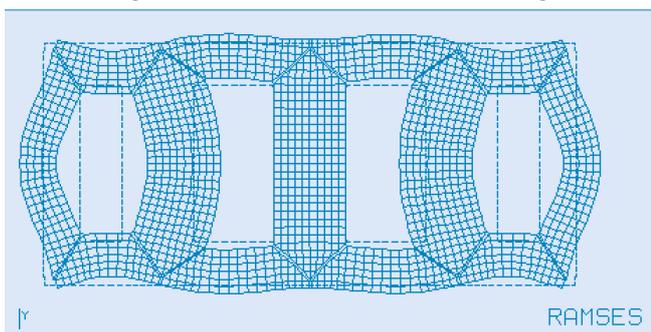
Diese Pegel entsprechen einem Gesamtgeräuschpegel von etwa 59 dB(A) bei maximaler Übererregung und vollem Strom. Der entsprechende Wert für den Gesamtpegel bei 100 % Spannung und vollem Strom liegt im Bereich von 54 dB(A). Zum Vergleich: Der typische Pegel von Transformatoren dieser Größe liegt allein für das Leerlaufgeräusch bei etwa 70 dB(A). Bei geräuscharmen Transformatoren liegt dieser Wert etwa 10 dB darunter (auch hier nur für das Leerlaufgeräusch). Dies zeigt, wie streng die Geräuschforderungen von ConEd im Vergleich zu den Werten typischer oder gar geräuscharmer Transformatoren sind. Doch dies waren nicht die einzigen Herausforderungen. Die Anforderungen von ConEd beinhalten noch weitere konstruktive Restriktionen wie:

- Enge Beschränkungen im Hinblick auf Gewicht, Breite und Höhe, um den Transport in Manhattan zu ermöglichen
- Enge Grenzen im Hinblick auf Impedanzschwankungen über den Bereich des Stufenschalters

Infobox Zulässige Höchstwerte für die drei wichtigsten Frequenzen

Oktavband-Mittelfrequenz (Hz)	125	250	500
Zulässiger Pegel (dB)	71	64	57

8 Modellierung der mechanischen Resonanz eines fünfschenkigen Kerns



9 Ultraleiser ConEd-Transformator mit schallschluckendem Gehäuse



10 Ultraleiser ConEd-Transformator mit schallschluckenden Verkleidungen



- Bedeutende Überlastanforderungen (bis zu 200 %)
- Heißpunkttemperaturgrenzen in den Wicklungen bei unterschiedlichen Lasten

Die von ConEd geforderten Konstruktionen waren für die standardisierten 65-MVA- und 93-MVA-Netztransformatoren vorgesehen.

Lösungen für die ConEd-Transformatoren

Die Konstruktion eines Transformators mit solch niedrigen Geräuschpegeln bei gleichzeitiger Berücksichtigung aller anderen Beschränkungen setzt Folgendes voraus:

- Genaue Berechnung des Kerngeräuschpegels in Abhängigkeit von der Flussdichte
- Genaue Berechnung der Lastgeräusche
- Genaue Berechnung der Resonanzfrequenzen von Kern, Wicklungen, Kesselplatten und Kesselversteifungen
- Genaue Berechnung des Frequenzspektrums der Kerngeräusche in Abhängigkeit der Flussdichte
- Wirksame Mittel zur Reduzierung von Kern- und Lastgeräuschen für die verschiedenen Frequenzen
- Geeignete Montageverfahren für die Transformatoren
- Genaue Messverfahren zur Messung der niedrigen Geräuschpegel im Werk

Je genauer die Messungen durchgeführt werden können, desto enger sind die Toleranzen der daraus resultierenden Konstruktion und desto eher lassen sich schwierige Spezifikationen erfüllen.

11 Ultraleiser ConEd-Transformator ohne externen Schallschutz



Eine Erfolgsgeschichte

ABB verfügte bereits Anfang 2003 über die notwendige Technologie für die Konstruktion von geräuscharmen Transformatoren, jedoch nicht in dem Maße wie von den neuen ConEd-Spezifikationen gefordert. Also ermittelte ABB den Forschungs- und Entwicklungsaufwand, der zur Weiterentwicklung der bestehenden Technologie erforderlich war, um die von ConEd geforderten Transformatoren konstruieren und bauen zu können.

In den darauf folgenden Jahren arbeitete das Technologieentwicklungsteam von ABB fieberhaft an allen sieben hier beschriebenen Technologiebereichen. Aufgrund der erzielten Ergebnisse beauftragte ConEd ABB schließlich mit der Fertigung der ersten ultraleisen 93-MVA-Transformatoren. Die Transformatoren wurden mithilfe der zu dem Zeitpunkt verfügbaren Technologie konstruiert und im Jahr 2005 erfolgreich getestet und geliefert. Während der erste der gelieferten Transformatoren ein schallschluckendes Gehäuse besaß ⁹, waren der zweite und dritte Transformator lediglich mit schallschluckenden Verkleidungen an den Kesselwänden ausgestattet ¹⁰.

Bald nach der Auslieferung beauftragte ConEd ABB mit der Fertigung von ultraleisen 65-MVA-Transformatoren, die unter Verwendung der zu dem Zeitpunkt (2005) neuesten Technologie konzipiert wurden. Die Transformatoren wurden ohne externes schallschluckendes Gehäuse oder schallschluckende Verkleidungen gefertigt ¹¹.

Tatsächlich wies die zweite Einheit ein deutlich geringeres Wicklungsgewicht und um 4 dB niedrigere Lastgeräusche auf als die erste Einheit. Die Frequenzkomponenten der gesamten Kern- und Lastgeräusche des Transformators lagen zwischen 2 und 5 dB unter den von ConEd spezifizierten Werten. Infolge dieser erfolgreichen Umsetzung bestellte ConEd weitere 93-MVA- und 65-MVA-Transformatoren dieses Typs, die 2008 und im Frühjahr 2009 ausgeliefert werden. Auch bei diesen Transformatoren floss neueste, von ABB entwickelte Technologie in die Konstruktion ein. So konnte das Gewicht des Kerns und der Wicklungen trotz der strengen Anforderungen von ConEd noch einmal deutlich verringert werden.

Die aus dieser Entwicklung entstandene „ultraleise Transformatorentechnologie“ wird nun auch zur Konstruktion geräuscharmer Transformatoren für andere Kunden in den Großstädten dieser Welt eingesetzt.

Ramsis Girgis

ABB, Inc.
St. Louis, Missouri, USA
ramsis.girgis@us.abb.com

Jan Anger

ABB, Inc.
Ludvika, Schweden
jan.anger@se.abb.com

Donald Chu

ConEd
New York City, USA
chud@coned.com

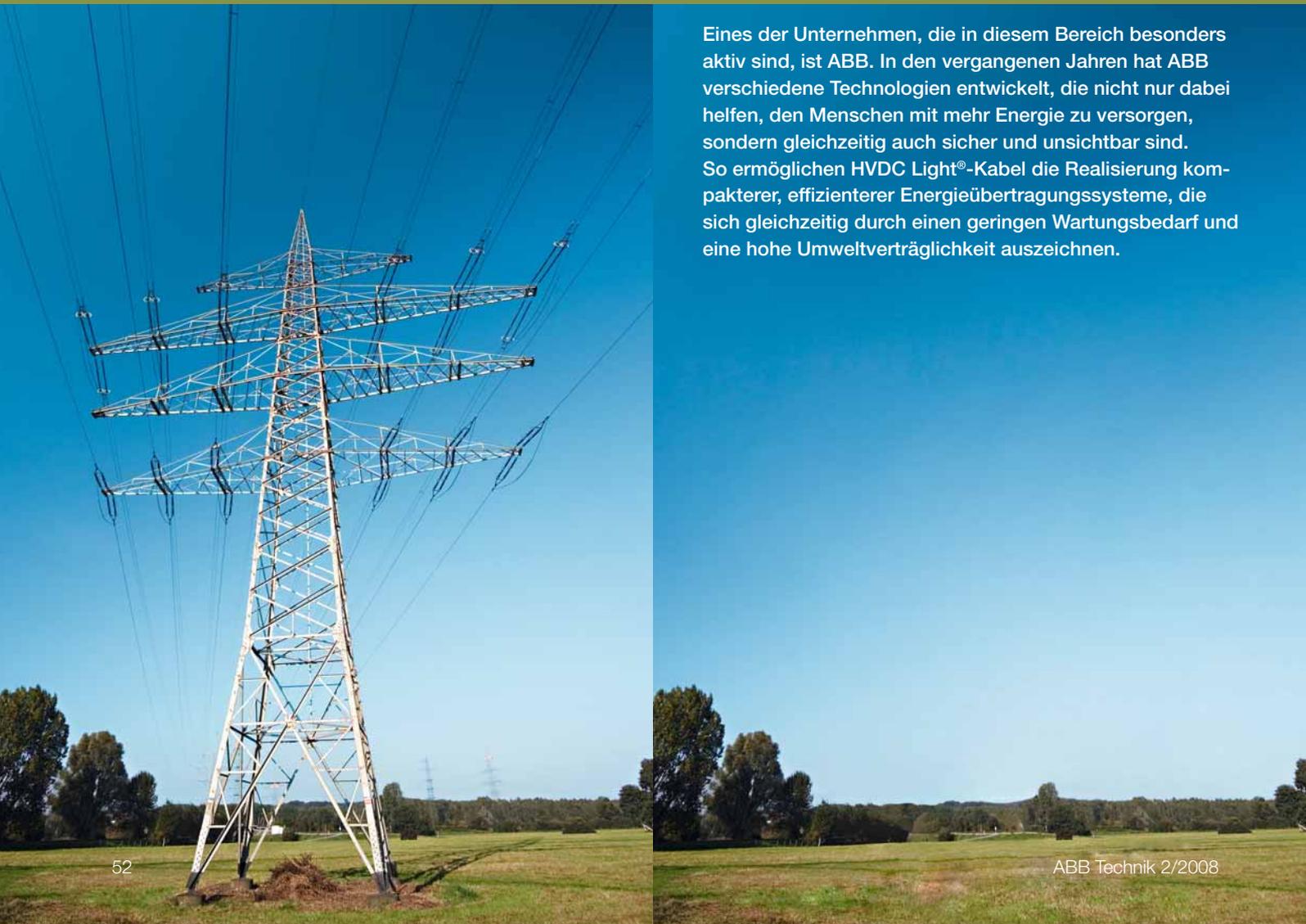
Schonend, sicher und effizient

HVDC Light®-Kabel als Energieübertragungssystem der Zukunft

Anders Gustafsson, Marc Jeroense, Johan Karlstrand

Angesichts des globalen Bevölkerungswachstums werden auch die Ressourcen unseres Planeten zunehmend beansprucht. Mehr Menschen benötigen nicht nur mehr Platz, sondern auch Strom, Wasser und Kommunikationsdienste, bei deren Bereitstellung gesetzliche Umweltauflagen erfüllt werden müssen. Auf dem Energiesektor wird seit Langem an sicheren und innovativen Möglichkeiten gearbeitet, um die Übertragungskapazität vorhandener Leitungen zu steigern und gleichzeitig die Umweltauswirkungen möglichst gering zu halten.

Eines der Unternehmen, die in diesem Bereich besonders aktiv sind, ist ABB. In den vergangenen Jahren hat ABB verschiedene Technologien entwickelt, die nicht nur dabei helfen, den Menschen mit mehr Energie zu versorgen, sondern gleichzeitig auch sicher und unsichtbar sind. So ermöglichen HVDC Light®-Kabel die Realisierung kompakterer, effizienterer Energieübertragungssysteme, die sich gleichzeitig durch einen geringen Wartungsbedarf und eine hohe Umweltverträglichkeit auszeichnen.



Angesichts der voranschreitenden Erschöpfung der natürlichen Ressourcen unseres Planeten gewinnt die Schaffung einer Infrastruktur, die den Bedarf einer wachsenden Bevölkerung decken kann, zunehmend an Bedeutung. So sehen sich Energie-, Wasser- und Kommunikationsunternehmen heute mehr denn je gezwungen, ihre Versorgungskapazitäten zu steigern, und in vielen Fällen kommt hierfür nur eine kompaktere, effizientere und umweltfreundliche Nutzung der vorhandenen Infrastruktur in Frage. So wird auf dem Energiesektor nach Möglichkeiten gesucht, die Übertragungsleistung vorhandener Leitungsstrassen zu steigern. Gleichzeitig fordert die Europäische Kommission in ihrer Verordnung aus dem Jahr 2003 [1] eine Ausweitung des Stromhandels zwischen den Mitgliedstaaten. Da dieser Bereich im Vergleich zu anderen Wirtschaftszweigen noch unterentwickelt ist, sind zusätzliche Kuppelleitungen sowohl zu Lande als auch unter Wasser erforderlich.

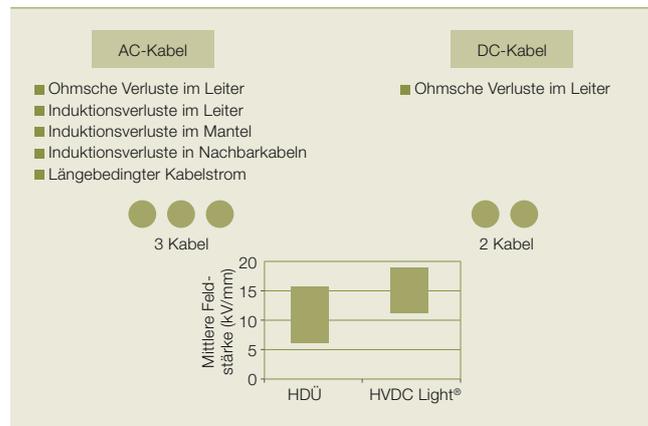
Wenn es darum geht, die Bedürfnisse einer wachsenden Bevölkerung zu decken und immer strengere Auflagen zu erfüllen, stellen sich vielen Netzbetreibern drei zentrale Fragen:

- Wie lässt sich die Übertragungsleistung pro Quadratmeter genutzter Landfläche steigern?
- Wie können die Umweltauswirkungen bei gleichbleibender oder besserer Technologie und/oder höherer Zuverlässigkeit reduziert werden?
- Wie können die damit verbundenen Risiken behandelt werden?

Übertragungstechnologien

Der größte Teil der elektrischen Energie wird heute in Form von Wechselstrom (AC) übertragen, da sich dieser relativ einfach auf verschiedene Spannungen hoch- und heruntertransformieren lässt. In ländlichen Regionen erfolgt die Übertragung elektrischer Energie über größere Entfernungen normalerweise über Freileitungen, während in Stadtgebieten vorwiegend Erdkabel verwendet werden. Meere und Seen werden bis zu einer be-

1 Vergleich zwischen HDÜ- und HVDC Light®-Kabeln



stimmten Entfernung mit AC-Seekabeln überbrückt.

AC-Übertragungssysteme sind jedoch mit gewissen technischen Einschränkungen verbunden, zum Beispiel im Hinblick auf die Erzeugung bzw. den Verbrauch von Blindleistung und die Lastflussregelung. Um die Auswirkungen der Blindleistungserzeugung bzw. -aufnahme zu minimieren, sind Kompensationsverfahren wie FACTS-Geräte (Flexible AC Transmission Systems) erforderlich. Außerdem treten in AC-Erdkabeln höhere kapazitive Ladeströme auf als in Freileitungen, weshalb sie für größere Entfernungen nur bedingt geeignet sind. Zusätzlich bestehen ökologische Bedenken im Hinblick auf die elektrischen und magnetischen Felder, die AC-Freileitungen und -Erdkabel umgeben.

Bei der Übertragung von Gleichstrom (DC) entfallen diese Beschränkungen. Ein DC-System ermöglicht nicht nur eine höhere Übertragungskapazität bei geringeren Verlusten, sondern auch

eine praktisch unbegrenzte Übertragungsstrecke, da keine kapazitiven Ströme auftreten. Zudem ist die DC-Übertragung äußerst umweltfreundlich. Da die Elektrizität im Kraftwerk jedoch als Wechselstrom erzeugt wird und so auch beim Verbraucher ankommen muss, ist an den Enden einer Gleichstromübertragung eine Gleich- bzw. Wechselrichtung erforderlich. Hierbei kommen vorrangig zwei Verfahren zum Einsatz: herkömmliche

Stromzwischenkreis-Umrichter (Current Source Converter, CSC) und Spannungszwischenkreis-Umrichter (Voltage Source Converter, VSC).

Der Hauptvorteil von HVDC Light®-Kabeln liegt in ihrem geringeren Gewicht und ihren kleineren Abmessungen, was zu einer höheren Leistungsdichte führt.

HGÜ und HVDC Light®

Die klassische Hochspannungs-Gleichstromübertragungstechnik (HGÜ) wurde 1954 von ASEA in Schweden eingeführt. HVDC Light® ist eine relativ neue Übertragungstechnologie, die in den 1990er Jahren von ABB entwickelt wurde. Da sie auf Erdkabeln basiert, wird sie auch gern als „unsichtbare Energieübertragung“ bezeichnet. Der Hauptvorteil von HVDC Light®-Kabeln gegenüber HDÜ-Kabeln (Hochspannungs-Drehstromübertragung) liegt in ihrem geringeren Gewicht und ihren kleineren Abmessungen, was zu einer höheren Leistungsdichte führt 1. Mit HVDC Light® kann also mehr Leistung pro Kilogramm Kabel übertragen werden als mit HDÜ-Kabeln. Die Hauptgründe hierfür sind:

- HVDC Light®-Kabel arbeiten mit einer höheren elektrischen Feldstärke, weshalb ihre Isolierung dünner ausfällt als bei HDÜ-Kabeln.
- Bei der Dimensionierung von HDÜ-Leitern müssen Verluste durch Skin- und Proximity-Effekte, Induktionsverluste in der Abschirmung und im

2 Extrudierte HVDC Light®-Erdkabel



Energie und Versorgung

Mantel sowie bei Seekabeln auch Induktionsverluste in der Armierung berücksichtigt werden. HVDC Light®-Kabel müssen lediglich entsprechend den ohmschen Verlusten im Leiter ausgelegt werden.

- Für ein HDÜ-System sind drei Kabel erforderlich, während für die HGÜ nur zwei Kabel benötigt werden.

Für HVDC Light® wurden spezielle Polymerkabel entwickelt **2**, die in Systemen mit Spannungen von 80 kV bis 150 kV im Einsatz sind. Die Leistungen der installierten Systeme reichen von 50 MW **2** bis 350 MW **3**.

Es ist davon auszugehen, dass das Interesse an der HGÜ und insbesondere an HGÜ-Kabeln in Zukunft weiter steigen wird. Die Möglichkeit, lange Kabelverbindungen unter die Erde verlegen zu können, macht das HVDC Light®-System von ABB zu einer interessanten Alternative. Zurzeit liegt der traditionelle kommerzielle und technische Schwerpunkt bei der Nutzung von HGÜ-Kabelsystemen in der Energiefernübertragung per Seekabel, die insbesondere zur Verbindung asynchroner Netze erforderlich ist¹⁾. Doch die Einführung von Spannungszwischenkreis-Umrichtern und extrudierten Polymerkabeln hat das Marktpotenzial der HVDC Light®-Technologie erweitert. So können jetzt auch abgelegene Regionen mit schwachen Netzen sowie Offshore-Windparks²⁾ **4** oder Öl- und Gasplattformen **5** problemlos an das Netz gekoppelt werden. Ein bedeutender Marktfaktor ist das sogenannte „Undergrounding“, d. h. die Verlegung von Übertragungsleitungen unter die Erde. Zu den treibenden Kräften hierfür gehören die hohen Anforderungen der neuen europäi-

schen EMF-Standards, schwierigere und zeitaufwendigere Genehmigungsverfahren für Freileitungen (insbesondere in Europa) und die zunehmende Forderung nach ästhetischen Lösungen seitens der Öffentlichkeit.

Alles in allem bietet die robuste HVDC Light®-Technologie eine wartungsarme und kostengünstige Lösung.

Im Hinblick auf die Übertragungsleistung ist ein HVDC Light®-System ca. 25- bis 30-mal so kompakt wie eine vergleichbare Freileitung.

Mehr Leistung auf kleinerer Fläche

Die **Infobox** auf dieser Seite zeigt einen Vergleich zwischen HDÜ-Kabeln mit einer Isolierung aus vernetztem Polyethylen (VPE), HVDC Light®-Kabeln und Freileitungen für typische Systemspannungen zwischen 220 und 400 kV. Ebenfalls angegeben ist die Breite der benötigten Trasse.

Im Hinblick auf die Übertragungsleistung wird deutlich, dass ein HVDC Light®-System ca. 25- bis 30-mal so kompakt ist wie eine vergleichbare Freileitung. Stellt man zusätzlich die Nennleistung pro Kilogramm der beiden Technologien gegenüber, ergibt sich für das HGÜ-Kabel eine ca. 15- bis 25-mal höhere Effizienz.

Zuverlässigkeit

Das erste kommerzielle HVDC Light®-Kabelsystem wurde 1999 in Schweden installiert, um einen Windpark an der Südspitze der Insel Gotland über eine

80-kV/50-MW-Leitung mit der Stadt Visby im Nordwesten der Insel zu verbinden. Seitdem wurden zahlreiche weitere Projekte realisiert, darunter die 150-kV/350-MW-Estlink-Verbindung **3**. Binnen weniger als zehn Jahren wurden fast 1.500 km HVDC Light®-Kabel verlegt, und weitere 400 km sind in Arbeit – mehr als ein Beweis dafür, dass es sich bei HVDC Light® um eine ebenso ausgereifte wie zuverlässige Technologie handelt. Hinzu kommen ca. 500 in Betrieb befindliche Kabelverbindungen. Dies ist vergleichbar mit den über 1.700 km an masseimprägniertem Kabel, die seit 1953 von ABB verlegt wurden.

Installation

Das relativ geringe Gewicht, die kompakten Abmessungen (die eine geringere Anzahl von Kabelverbindungen ermöglichen) und die Robustheit der HVDC Light®-Kabel wirken sich positiv auf die Installationskosten aus, die einen erheblichen Teil der Gesamtinvestitionskosten ausmachen. In Verbindung mit neu entwickelten Kabelverlegemaschinen sorgt dies – je nach Länge der Verbindung und den jeweiligen Bedingungen – für relativ geringe Kostenunterschiede zwischen Freileitungen und HGÜ-Polymerkabeln.

Heutzutage wird die Verlegung von Erdkabeln durch mechanisierte Kabelverlegemaschinen mit Scheibenfräsen und automatischen Verfülleinrichtungen unterstützt. Vorhandene Infrastrukturen weisen häufig bekannte Bodenbeschaffenheiten auf, und die Verlegung fällt leichter, wenn z. B. Felsbrocken u. Ä. vermieden werden können. Bei einem Projekt in Australien konnten die HVDC Light®-Kabel **3** mit einer Geschwindigkeit von 1–3 km pro Tag verlegt werden **6**, **7**. Dies ist nur mit HVDC Light®-Technologie oder schlanken HDÜ-Kabeln mit VPE-Isolierung möglich.

Infobox Vergleich zwischen verschiedenen kabelbasierten Übertragungssystemen

	HDÜ-VPE-Kabel	HVDC Light-Kabel	Freileitung
220 kV Nennleistung	200–500 MVA	100–300 MVA (150 kV)	300–800 MVA
400 kV Nennleistung	400–1.000 MVA	300–1.000 MVA (320 kV)	500–2.000 MVA
Breite der Trasse	1–2 m	0,5–1 m	40–60 m
MVA/m für 220–420 kV	200–500 MVA/m	200–1.000 MVA/m	7,5–33 MVA/m

Fußnoten

¹⁾ Traditionell werden für diese Art von Verbindungen papierisolierte Kabel verwendet.

²⁾ Eine der Eigenschaften von HVDC Light® ist die Fähigkeit zur Stabilisierung der AC-Spannung an den Endpunkten. Dies ist besonders wichtig für Windparks, bei denen veränderliche Windschwankungen zu erheblichen Spannungsschwankungen führen können.

HVDC Light®-Kabel können an Land oder unter Wasser verlegt werden. Dank ihres geringen Gewichts und ihrer kompakten Abmessungen lässt sich mehr Kabel auf einer Trommel unterbringen bzw. mehr Kabel auf einem Kabelverlegeschiff transportieren.

Umweltauswirkungen

Neben den wirtschaftlichen Vorteilen, die sich aus dem geringeren Flächenbedarf und der Verwendung bestehender Infrastrukturen ergeben, bietet HVDC Light® den Vorteil einer geringeren Umweltbelastung. So geht beim Bau einer Freileitung durch ein Waldgebiet wichtige CO₂-Aufnahmekapazität verloren, da Bäume CO₂ aus der Atmosphäre aufnehmen und in Kohlenstoff umwandeln, der dann im Holz gespeichert wird. Beim Bau einer 400-kV-Freileitung durch ein Waldgebiet geht eine Aufnahmekapazität von ca. 42 t CO₂ pro km und Jahr verloren [7].

Das natürliche Magnetfeld der Erde wird von großen Konvektionsströmen im Erdinneren verursacht. Die Stärke des Magnetfelds auf der Erdoberfläche schwankt je nach Breitengrad zwischen 30 und 60 µT (Mikrotesla). Dieselbe Art von Magnetfeld wird auch von einem HVDC Light®-Kabel erzeugt. Die Stärke eines solchen Felds in einer Höhe von einem Meter über dem Erdboden beträgt zwischen 5 und 10 µT, was für den Menschen als ungefährlich gilt. Da es das natürliche Magnetfeld der Erde überlagert, könnte man die magnetischen Auswirkungen eines DC-Kabels mit einer Reise vom Südpol zum Nordpol vergleichen, was aus magnetischer Sicht als unbedenklich gilt. Die Auswirkungen der Magnetfelder von AC-Kabeln hingegen sind seit Jahren in der Diskussion. In einigen Ländern wurden vorsorglich Höchstwerte festgelegt, doch ein eindeutiger Konsens wurde bislang nicht erzielt.

Sicherheit

Die Verlegung von Erdkabeln an Straßen oder anderen Infrastrukturen entlang ist in der Regel einfacher als die Verlegung auf freiem Feld. So kann die Lage der Kabel mithilfe der gleichen Systeme festgelegt werden wie der Verlauf von Straßen oder Bahn-

- 3 Verlegung eines HVDC Light®-Kabels in Australien: Transport der großen Kabeltrommeln **a**. Vorbereitung der Verlegung mit Kettenbagger (links) und Verfüllmaschine (rechts) **b**. Ein typischer schmaler Kabelgraben mit minimalem Umwelteinriff **c**.



trassen. Die verantwortlichen Behörden verfügen normalerweise über sehr gute Systeme hierfür. In Schweden sind alle Straßen mit festen Koordinaten in einem GPS-System erfasst, in das auch andere Strukturen wie Strom- und Glasfaserkabel eingepflegt werden können. Dies senkt das Risiko von Beschädigungen durch Dritte. Außerdem wird der Kurzschlussstrom in einem HVDC Light®-System etwa 15- bis 20-mal schneller auf null abgesenkt als bei herkömmlichen AC-Leitungen, was die Gefahr für Personen reduziert.

Sichtbare Vorteile

Die Energieübertragung mithilfe von extrudierten HVDC Light®-Kabeln bietet mehrere Vorteile. Der offensichtlichste ist, dass der Energietrans-

port durch Erdkabel praktisch unsichtbar wird. Dies und die weiteren Vorteile von DC-Erdkabeln wie eine geringere Umweltbelastung, höhere Sicherheit und die Möglichkeit zur Überbrückung großer Entfernungen, erleichtern die Realisierung eines komfortablen Energieübertragungssystems.

Anders Gustafsson

Marc Jeroense

Johan Karlstrand

ABB Power Systems

Karlskrona, Schweden

anders.h.gustafsson@se.abb.com

marc.jeroense@se.abb.com

johan.p.karlstrand@se.abb.com

Literaturhinweise

- [1] Verordnung (EG) Nr. 1228/2003 – über die Netzzugangsbedingungen für den grenzüberschreitenden Stromhandel, 26. Juni 2003
- [2] Green, S.: „HVDC Systems Gotland: the HVDC pioneer“, Power Engineering International, Juli 2004
- [3] Pajo, R., Aarna, I., Lahtinen, M.: „Estlink tie Improves Baltic States system“, Transmission and Distribution World, April 2007
- [4] „E.ON lässt Offshore-Windpark für 300 Millionen Euro ans Netz anschließen“, Energie-Chronik, September 2007, <http://www.udo-leuschner.de/energie-chronik/070910.htm>
- [5] Jones, P., Stenius, L.: „The Challenges of Offshore Power System Construction – Troll A, Electrical Power delivered successfully to an oil and gas platform in the North Sea“, EWEC, Athen, 2006
- [6] Mattsson, I. et al.: „Murray Link – the longest underground HVDC cable in the world“, CIGRE, Paper B4-103, 2004
- [7] Ravemark, D., Normark, B.: „Unsichtbar und umweltschonend“, ABB Technik 4/2005, S. 25–29

Weiterführende Literatur

Flisberg G., Englund L., Kumar A.: „HVDC transmits green energy in China“, ABB Review Special Report ABB in China, 2005, S. 15–18

Erfolgsgeschichte

ABB und die Industrierobotik – ein Rückblick

David Marshall, Christina Bredin



In der diskreten Fertigung sind Roboter allgegenwärtig. Sie steigern auf der ganzen Welt die Produktivität, sorgen für durchgehend hohe Qualität und erhöhen die Sicherheit am Arbeitsplatz. Diese Technologie hat sich in den letzten 35 Jahren enorm weiterentwickelt. Während früher nur einzelne Roboter für relativ einfache und monotone Aufgaben in gefährlichen Umgebungen eingesetzt wurden, erfüllen heute synchronisierte Systeme aus mehreren Robotern komplexe Aufgaben in flexiblen Produktionszellen. ABB war eine treibende Kraft hinter dieser Entwicklung.

PIONIERLEISTUNGEN

Der erste Industrieroboter trug die Bezeichnung Unimate und wurde 1961 an General Motors zur Bedienung einer Druckgussmaschine ausgeliefert. Diese Schöpfung von Joseph Engelberger, dem „Vater des Industrieroboters“, verfügte über einen hydraulischen Antrieb, was im ersten Jahrzehnt dieses jungen Industriezweigs die vorherrschende Technologie war. Im Jahr 1974 entwickelte das schwedische Unternehmen ASEA mit dem IRB 6 den ersten vollständig elektrischen Industrieroboter. Diese Maschine mit einer Tragkraft von 6 kg war einzigartig – nicht nur bezogen auf das Antriebssystem, sondern auch aufgrund ihrer menschenähnlichen Konfiguration und mikroprozessorbasierten Steuerung. Der Roboter setzte neue Standards bei der Standfläche, Bewegungsgeschwindigkeit und Positionsgenauigkeit und fand zahlreiche Nachahmer. Mit elektrisch angetriebenen Robotern konnten neue Anwendungsgebiete erschlossen werden, für die hydraulische Maschinen ungeeignet waren. Dies gilt besonders für das Lichtbogenschweißen. Der erste Auftrag außerhalb der ASEA-Produktionsanlagen war ein Roboter zum Polieren von Edelstahl-Rohrbögen für die Nahrungsmittelindustrie bei dem schwedischen Unternehmen Magnusson, wo 1974 der erste IRB 6 installiert wurde ¹. Im Jahr 1975 folgten weitere Einheiten, die mehr als 25 Jahre lang praktisch ununterbrochen in einer schmutzigen Umgebung arbeiteten. Das Punktschweißen blieb in der Hand des hydraulischen Roboters, bis ASEA

1975 den IRB 60 auf den Markt brachte. Dieser Roboter ähnelte dem IRB 6, konnte jedoch 60 kg tragen. Der erste IRB 60 wurde vom schwedischen Automobilhersteller Saab zum Punktschweißen von Karosserien verwendet ². Das endgültige Aus für den hydraulischen Punktschweißroboter kam 1982, als ASEA den eigens für das Punktschweißen entwickelten IRB 90 einführte. Hierbei handelte es sich um eine vollständige Sechs-Achsen-Maschine mit in den Arm integrierten Versorgungsleitungen für Wasser, Luft und Strom.

Lackierroboter

Bereits in der Ära des hydraulischen Roboters fand in Norwegen ein wichtiges Ereignis statt, das sich später auch auf ASEAs Roboterbereich auswirken sollte. Das kleine Landmaschinenunternehmen Trafalla suchte vergeblich nach Arbeitskräften zur Lackierung seiner Schubkarren und dachte deshalb über eine Automatisierung dieses Vorgangs nach. Der junge Ingenieur Ole Molaug nahm die Herausforderung an und entwickelte 1966 den ersten hydraulisch angetriebenen Lackierroboter ³. Dieser unterschied sich vom Unimate darin, dass er über eine kontinuierliche Bahnsteuerung verfügte und die Programmierung durch Aufzeichnen der Sprühmuster eines ausgebildeten Lackierers auf Magnetband erfolgte. Zunächst wurde dieser automatische Lackierer nur intern eingesetzt, doch sein durchschlagender Erfolg bewog Trafalla dazu, ihn auch extern zu vermarkten. Der erste Trafalla TR 2000

ging im Jahr 1969 an das schwedische Unternehmen Gustavsberg und wurde zum Emailieren von Sanitärausstattung wie Bade- und Duschwannen verwendet. Im Jahr 1985 wurde Trafalla von ASEA übernommen, und 1988 – das Jahr, in dem ASEA auch mit dem Schweizer Unternehmen Brown Boveri zu ABB verschmolz – brachte das Unternehmen seinen ersten elektrisch angetriebenen Lackierroboter, den TR 5000, auf den Markt. Ursprünglich waren für Lackierroboter ausschließlich eigensichere Hydraulikantriebe verwendet worden. Der TR 5000 erfüllte diese Sicherheitsanforderungen jedoch auch mit elektrischen Antrieben und brachte zusätzlich deren inhärente Vorteile wie eine hohe Geschwindigkeit, hohe Genauigkeit und eine elektronische Steuerung mit sich. Später, in den 1990er Jahren, führte ABB ihr innovatives Cartridge Bell System (CBS) zur Lackierung von Fahrzeugteilen

³ Frühe Version des Trafalla-Lackierroboters von 1969



¹ Magnusson AB war 1974 der erste externe Roboterkunde von ASEA. Geschäftsführer Leif Jönsson und Lennart Benz von ASEA überprüfen die Anlage.



² Der SAAB 99 von 1975 war eine der ersten Punktschweißanwendungen. Foto: SAAB



PIONIERLEISTUNGEN

ein, das heute in der Automobilherstellung auf der ganzen Welt eingesetzt wird [1]. Dieses System nutzt einfach wechselbare Lackkartuschen, um die Verschwendung von Lack und Lösungsmitteln zu verringern und damit sowohl die Kosten als auch die Emissionen zu reduzieren, während gleichzeitig mehr Farben verwendet werden können.

Da bei der Lackierung eine starke Luftbelastung entsteht, führte ABB weitere innovative Technologien ein, die den Anteil der vom Menschen durchzuführenden Arbeiten in den verschmutzten Bereichen auf ein Minimum senkten und einen vollständig robotergestützten Prozess ermöglichten.

Der wandmontierte FlexPainter IRB 5500 für komplexe Anwendungen im Automobilbau verfügt dank seiner einzigartigen Bauweise und Konfiguration über den größten und flexibelsten Arbeitsbereich, der je von einem Roboter zur Außenlackierung von Karosserien erreicht wurde [4]. Zwei FlexPainter IRB 5500 können heute Aufgaben erledigen,

4 Der FlexPainter IRB 5500



5 Der 1991 eingeführte IRB 6000 mit seinem modularen Aufbau wurde zum meistverkauften Punktschweißroboter von ABB.



für die früher vier Lackierroboter benötigt wurden. Das Ergebnis sind niedrigere Kosten – sowohl bei der Anschaffung als auch im Betrieb –, weniger Installationsaufwand, eine hohe Verfügbarkeit, mehr Zuverlässigkeit und eine höhere Energieeffizienz.

Die neueste Erweiterung des Portfolios ist der IRB 52, ein kompakter, auf kleine und mittelgroße Teile für zahlreiche Industriezweige spezialisierter Lackierroboter, der eine kostengünstige, hochwertige Lackierlösung darstellt. Im Funktionspaket enthalten ist das Integrated Process System (IPS), das Farbwechselventile sowie Luft- und Lackregler umfasst. Diese einzigartige Kombination gewährleistet einen präzisen und konsistenten Lackierprozess für höchste Qualität.

Evolution der Robotermechanik

Die Bauweise des IRB 6 war derart elegant, dass sich seine menschenähnliche Kinematik mit Drehgelenken noch heute in ABB-Robotern wiederfindet. Was sich mit den Jahren verbessert hat, sind Geschwindigkeit, Genauigkeit und Raumnutzung bei gleichzeitig größerem Arbeitsbereich und kleinerer Standfläche. Die erste große Weiterentwicklung von ABB im Bereich der Robotermechanik nach dem IRB 6 war der 1986 von ASEA eingeführte IRB 2000 mit einer Tragkraft von 10 kg. Dieser Roboter der zweiten Generation besaß an den „Hüft-“ und „Schulterachsen“ statt Kugelgewindetrieben nun rückschlagfreie Getriebe, was zu einer besseren Raumkinematik führte. Eine weitere bedeutende Veränderung war der Wechsel von Gleichstrommotoren (DC-Motoren) zu Wechselstrommotoren (AC-Motoren) im Antrieb. AC-Motoren liefern ein höheres Drehmoment, nehmen weniger Raum ein, kommen ohne Bürsten (also mit weniger Wartungsaufwand) aus und erreichen eine höhere Lebensdauer als DC-Motoren – alles Eigenschaften, die in der Industrie und besonders im Automobilbau verlangt werden.

Zwei der häufigsten Forderungen von Roboternutzern in der Industrie sind Flexibilität und Anpassungsfähigkeit, die ABB 1991 mit dem Schwerlastroboter IRB 6000 [5] (150 kg Tragkraft) voll und ganz erfüllte. Der IRB 6000 war hauptsächlich für das Punktschweißen und die Handhabung großer Bauteile vorgesehen und basierte auf einem modularen Konzept, wodurch er mit einer Reihe von Fuß-, Arm- und Handgelenkmodulen an alle möglichen Einsatzgebiete angepasst

werden konnte. Zudem war er aufgrund seiner schlanken Bauweise mit 60 % weniger Teilen als der IRB 90 überaus kostengünstig. Dies brachte großvolumige Aufträge von führenden Automobilherstellern und machte ihn zum erfolgreichsten Punktschweißroboter von ABB. Im Jahr 2007 feierte der IRB 6620 sein Debüt. Dieser reine Punktschweißroboter ist leicht und kompakt – so klein, dass zwei dieser Roboter den Raum seines Vorgängers IRB 6600 einnehmen [3, 4]. Der IRB 6620 besitzt eine Tragkraft von 150 kg und ein robustes Handgelenk, das für typische Punktschweißzangen mit integriertem Transformator geeignet ist. Der Werkzeugflansch entspricht der ISO-Norm für 200 kg. Außerdem ist der Roboter mit einem speziell für Punktschweißanwendungen konzipierten Leitungspaket ausgestattet. Er ist einfacher zu installieren und zeichnet sich durch geringere Investitionskosten und einen großen Arbeitsbereich aus. Das Konzept des Spezialroboters findet zunehmend Verbreitung und ist in der Industrie häufig die flexiblere und wirtschaftlichere Lösung. ABB baut ihr Programm an „Power Robots“ auf Basis einer gemeinsamen technischen Plattform weiter aus. Die neuesten Modelle sind eine regalmontierte Variante (der IRB 6650S), Ausführungen mit einer Tragkraft von bis zu 235 kg sowie auf die Bedienung von Pressen und die Vorbearbeitung spezialisierte Roboter der Familie IRB 6600 [6].

Hochgeschwindigkeitsroboter

Zwar wird das Bild des Industrieroboters seit über 30 Jahren von einem menschenähnlichen Arm bestimmt, jedoch gibt es besonders bei der Hochgeschwindigkeitsmontage kleiner Teile oder der Produkthandhabung Anwendungen, in denen sich andere Konfigurationen als vorteilhafter erwiesen haben.

Eines der erfolgreichsten Designs war der SCARA (Selective Compliant Assembly Robot Arm), der von Professor Hiroshi Makino an der Universität von Yamanashi entwickelt und im Jahr 1981 von mehreren japanischen Roboterherstellern eingeführt wurde. ASEA brachte 1987 mit dem IRB 300 ihren eigenen SCARA auf den Markt.

Im Jahr 1984 entwickelte ASEA den als weltweit schnellsten Montageroboter bekannten IRB 1000, bei dem der Arm in einer sogenannten Pendelkonfiguration an einem Gelenk hing. Die bewegten Massen des Arms waren am Gelenk

PIONIERLEISTUNGEN

konzentriert, um das Trägheitsmoment zu minimieren. Dies ermöglichte Beschleunigungen von 2 G in einem wesentlich größeren Arbeitsbereich als mit einem SCARA.

Doch für Fließband-Handhabungsaufgaben in Bereichen wie der Elektronik- und Nahrungsmittelindustrie waren selbst diese Roboter noch zu langsam. Aus diesem Grund führte ABB im Jahr 1998 den IRB 3400 FlexPicker ein. Dieser Roboter basiert auf dem Konzept des Delta-Roboters, das von Professor Raymond Clavel an der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) in der Schweiz entwickelt wurde, und erreicht eine Beschleunigung von 10 G sowie 150 Handhabungsvorgänge pro Minute. Damit ist er bei der Handhabung kleiner Teile wie Elektronikbauteilen und Pralinen ebenso schnell und flexibel wie ein menschlicher Fließbandarbeiter **7**. Die Weiterentwicklung des FlexPickers ist eines der zentralen Forschungs- und Entwicklungsziele, und im Jahr 2008 wird ABB den weltweit ersten Hochgeschwindigkeits-Handhabungsroboter der zweiten Generation, den IRB 360, einführen. Dieser nimmt trotz einer höheren Tragkraft weniger Raum ein und wird in Verbindung mit der PickMaster-Software und der Robotersteuerung IRC5 für noch mehr Produktivität und Flexibilität in der Verpackung sorgen.

Fortschritte in der Steuerung

Während die Evolution der Roboterkinematik Schritt für Schritt erfolgt ist, haben sich die Steuerungen, Bedienerschnittstellen – einschließlich Mensch-Maschine-Schnittstellen (MMS) – und Softwaresysteme von Grund auf verändert. Die Steuerung für den 1974 entwickelten IRB 6, die später S1 genannt wurde und ihrer Zeit weit voraus war, verfügte nur über einen einzigen Intel 8008-Mikroprozessor mit 8 Bit, eine MMS mit vierstelliger LED-Anzeige und 12 Drucktasten sowie eine rudimentäre Softwareunterstützung für die Achseninterpolation und Bewegungssteuerung. Die Programmierung und Bedienung des Roboters erforderte speziell ausgebildete Fachleute.

Der erste Durchbruch bei der Einrichtung und Programmierung erfolgte 1981 mit der S2. Die auf zwei Motorola 68000-Mikroprozessoren basierende MMS (auch Teach Pendant genannt) verfügte über einen Joystick zur direkten intuitiven Steuerung (Jogging) und Positionierung der Roboterachsen. Ebenfalls

neu waren das Konzept des Werkzeugmittelpunkts (Tool Center Point, TCP) und die Programmiersprache ARLA (ASEA Robot Programming Language), die sowohl erfahrenen als auch ungeübten Benutzern eine einfachere und schnellere Programmierung und Einrichtung ermöglichten.

Zusätzlich standen für die S2 neue Softwarefunktionen für bestimmte Prozesse wie das Lichtbogenschweißen und integrierte Schweißzeitgeber für das Punktschweißen sowie ein Kinematikmodell des Roboterarms zur Verfügung. Letzteres ermöglichte in Kombination mit dem IRB 6000 eine Performance, die nicht mehr von der mechanischen Stabilität der physischen Struktur begrenzt wurde. Dies war der erste Schritt in Richtung einer vollständigen Dynamik- und Kinematikmodellierung, die in heutigen ABB-Produkten zur Verfügung steht.

Die 1986 eingeführte Steuerung S3 unterschied sich von der S2 vor allem durch den Wechsel zu AC-Antrieben, wie er beispielsweise in der Serie IRB 2000 realisiert wurde. Die nächste große Veränderung kam mit der S4, die 1992 eingeführt wurde und von vielen als ebenso großer Fortschritt angesehen wird wie die Entwicklung des IRB 6 und der S1. Mehr als 150 Mannjahre an Arbeitszeit gingen in die Entwicklung der mit mehreren Mikroprozessoren ausgestatteten S4, die sechs externe Achsen, alle Schweißparameter sowie die sechs Achsen des Roboters steuern konnte. Die S4 brachte in zwei für den Benutzer besonders wichtigen Bereichen große Verbesserungen mit sich: bei der Mensch-Maschine-Schnittstelle und der technischen Performance des Roboters. Erstere Verbesserung ergab sich vor allem durch das Teach Pendant, das mit einer an Windows angelehnten Umgebung einschließlich Dropdown-Menüs und Dialogfeldern arbeitete, um die Einrichtung und Bedienung des Roboters zu vereinfachen.

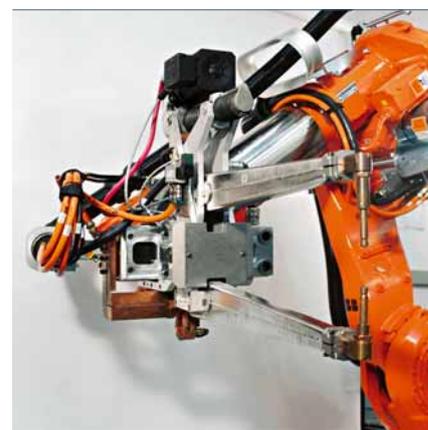
Gleichzeitig wurde die Programmierung durch RAPID, eine neue, offene Programmiersprache mit mehreren Ebenen und der Möglichkeit, eigene Funktionen zu entwickeln oder flexibel an kundenspezifische Bedürfnisse anzupassen, erleichtert.

Dynamikmodellierung

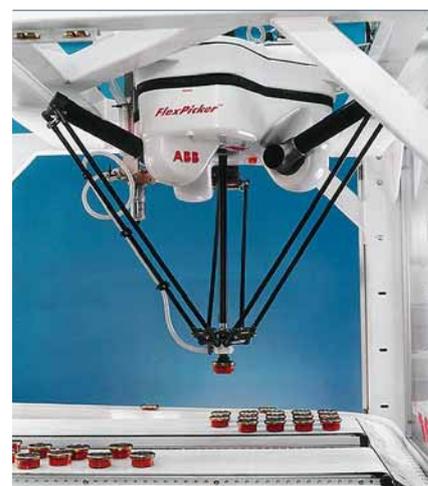
Um die Roboterperformance zu verbessern, stützte sich ABB bei der S4 auf das Konzept der Bewegungssteuerung, also

die Verwendung intelligenter Softwarefunktionen, statt nur die mechanische Leistung des Roboters zu erhöhen. Die Grundlage dieser Bewegungssteuerung ist ein komplettes Dynamikmodell des Roboters, das in der S4 gespeichert ist. Es dient als Basis für QuickMove, eine Funktion, die für jede Bewegung die maximale Beschleunigung ermittelt und sie auf mindestens einer Achse anwendet, damit die Endposition in der kürzestmöglichen Zeit erreicht wird. Das Ergebnis sind höhere Taktzeiten, die nicht ausschließlich von den Achsgeschwindigkeiten abhängig sind. Ein weiterer Vorteil der Dynamikmodellierung ist die minimale Abweichung von der programmierten Bahn. Dies wird mit der Funktion TrueMove realisiert, die gewährleistet, dass unabhängig von der Geschwindigkeit immer exakt die gleiche Bewegung ausgeführt wird, womit nach einer Veränderung der Geschwindigkeitsparameter im Betrieb auf eine Feinabstimmung der Bahn verzichtet werden kann.

6 Roboter mit Punktschweißzange



7 Der FlexPicker in Aktion



PIONIERLEISTUNGEN

Doch auch auf diesen Lorbeeren hat sich ABB nicht ausgeruht, sondern ihre Bewegungssteuerungstechnologie weiterentwickelt und verbessert, um dem Kunden von heute zu noch kürzeren Zykluszeiten bei einer höheren Präzision zu verhelfen. Die zweite Generation von QuickMove und TrueMove bietet den Benutzern 50 % mehr Bahngenauigkeit und um 20 % kürzere Zykluszeiten ohne Abstriche bei der Qualität. Dank verbesserter Steuerungsalgorithmen erreichen QuickMove und TrueMove auch bei hohen Geschwindigkeiten eine noch größere Genauigkeit. Heute übertreffen ABB-Roboter die Konkurrenz bei den Taktzeiten um 30 %.

FlexFinishing und Force Control

Ein weiterer Meilenstein in der jüngeren Geschichte der Robotertechnik ist die Entwicklung des FlexFinishing-Systems von ABB einschließlich RobotWare Machining FC (Force Control) für feine Bearbeitungsvorgänge – besonders das Schleifen, Entgraten und Polieren von Gussteilen [5]. Diese im Jahr 2007 vorgestellte Roboteranwendung kombiniert auf einzigartige Weise fünf innovative Elemente miteinander:

- die neueste ABB Robotersteuerung IRC5 mit einer Hochgeschwindigkeits-Sensorschnittstelle
- Eine Programmierumgebung, die es dem Roboter ermöglicht, die optimale Bahn selbst zu finden
- Eine Rückkopplungsschleife zur Regelung des Werkzeugdrucks
- Eine Rückkopplungsschleife zur Anpassung der Werkzeuggeschwindigkeit
- Ein benutzerfreundliches, vorprojektiertes Produktpaket

Die Anwendung ermöglicht eine einfache, effiziente Programmierung, wobei der Kraftsensor zur Definition der Bewegungsbahn des Roboters verwendet wird – der Bediener bewegt den Roboter einfach per Hand und gibt ihm so den

groben Weg vor. Der Roboter tastet das Werkstück ab, zeichnet die genaue Bahn auf und generiert ein entsprechendes Programm. Die Anwendung umfasst eine fortschrittliche Signalverarbeitung, mathematische und logische Lösungen sowie eine grafische Benutzeroberfläche für eine einfache, schnelle und präzise Programmierung von Hand.

Dieser innovative Ansatz verbessert nicht nur die Qualität der fertigen Teile, sondern verkürzt auch die Gesamtprogrammierungszeit um bis zu 80 %, reduziert die Zykluszeiten des Roboters um 20 % und verlängert die Lebensdauer der Schleifwerkzeuge um 20 %.

Robotersicherheit der nächsten Generation

Um die Sicherheit der Menschen zu gewährleisten, die mit Industrierobotern zusammenarbeiten, verwendete man von je her Zäune und kostspielige Schutzvorrichtungen, um sie voneinander zu trennen [6]. Im Jahr 2007 bot ABB mit SafeMove eine Lösung, bei der diese teuren Schutzvorrichtungen durch eine unabhängige, kompakte, effiziente und rekonfigurierbare elektronische Antriebsüberwachung ersetzt werden.

SafeMove läuft auf einem unabhängigen Computer im Schaltschrank der IRC5 – der fünften Generation der ABB-Industrierobotersteuerung. Das System ermöglicht eine zuverlässige, fehlertolerante Überwachung der Geschwindigkeit und Position des Roboters sowie die Erkennung ungewollter bzw. verdächtiger Abweichungen. Wird ein Sicherheitsrisiko erkannt, führt SafeMove einen Nothalt durch, der den Roboter in Bruchteilen einer Sekunde zum Stillstand bringt.

Außerdem bietet das System neue Funktionen wie elektronische Positionsschalter, programmierbare Sicherheitszonen, sichere Geschwindigkeitsbegrenzungen, einen sicheren Stillstand und einen automatischen Bremsentest, die flexiblere Sicherheitskonfigurationen ermöglichen. Das Ergebnis: Roboter und Menschen können sicher und effizient Seite an Seite arbeiten.

Koordinierte Steuerung mehrerer Roboter

Im Jahr 2004 machte ABB mit der fünften Generation ihrer Industrierobotersteuerung, der IRC5, einen weiteren großen Schritt nach vorn. Ein hervorstechendes Merkmal der IRC5 ist die neue Funktion MultiMove, mit der bis zu vier ABB-Roboter plus Werkstückpositionierer und andere Servogeräte – insgesamt bis zu 36 Achsen – vollständig koordiniert gesteuert werden können.

Die Verwendung von nur einer Steuerung für bis zu vier Roboter minimiert die Installationskosten und steigert die Qualität und Produktivität. Gleichzeitig ergeben sich völlig neue Anwendungsmöglichkeiten: Zwei Lichtbogen-Schweißroboter können im Tandembetrieb am selben Werkstück arbeiten und dabei sogar eine Wärmequelle halten, um beim Abkühlen ein Verziehen durch Schrumpfung zu verhindern, mehrere Roboter können gemeinsam ein dünnes Werkstück halten, um zu verhindern, dass es verbiegt, und zwei oder mehr Roboter können eine Last heben, die die Tragkraft eines einzelnen Roboters übersteigt. Auf der Suche nach einer schlanken Robotersteuerungslösung entwickelte ABB ein modulares Konzept für die IRC5 , bei dem die Funktionen logisch in Steuerungs-, Achsantriebs- und Prozessmodule aufgeteilt sind. Diese befinden sich in jeweils eigenen, standardisierten Schaltkästen, die gestapelt, nebeneinander angeordnet oder um bis zu 75 m voneinander getrennt werden können.



PIONIERLEISTUNGEN

Eine weitere Erleichterung bei der Installation ergibt sich aus der Verwendung von zwei Verbindungskabeln zwischen den Modulen, von denen eines für sicherheitsrelevante Daten und das andere für die Ethernet-Kommunikation genutzt wird. Die modulare Anordnung ermöglicht zudem eine kostengünstige, präzise Anpassung an die unmittelbaren Bedürfnisse des Kunden und lässt gleichzeitig Erweiterungen für zukünftige Anforderungen zu. Im Jahr 2007 wurde die Robotersteuerung mit der Einführung der Panel Mount-Variante noch weiter modularisiert. Dieses im Chassis-Format ausgelieferte Bauteil kann vom Kunden oder Maschinenhersteller in dessen eigene Steuertafel integriert werden, um Systeme mit besonderen Anforderungen wie Edelstahlgehäuse im Hygienebereich oder mit fließendem Wasser abwaschbare Ausführungen zu ermöglichen. Die neuen, nur 250 mm tiefen Modelle sind platz- und energiesparend und bieten dennoch die volle Funktionalität der geschlossenen Steuerungen.

Intelligente Bedienerschnittstelle

Die komplexe Aufgabe, eine Zelle mit mehreren vollständig koordinierten Robotern einzurichten und zu bedienen, wurde mit dem FlexPendant, der weltweit ersten offenen Bedienerschnittstelle für Roboter, die eigens für die IRC5 entwickelt worden war, erheblich erleichtert¹⁾. Hierbei dient der Joystick nicht nur zur intuitiven Steuerung eines jeden Roboters, sondern auch zur Manipulation aller vier Roboter als synchronisierte Einheit – ein Merkmal, das nur ABB bietet. Das FlexPendant verfügt über einen

eigenen Computer mit offener PC-Architektur. Mit seinem vollfarbigen Berührungsbildschirm, auf dem an Windows angelegte Seiten einschließlich Menüsteuerung angezeigt werden, setzte es neue Standards in puncto Benutzerfreundlichkeit und flexibler Bedienung. Auf verschiedenen Benutzerebenen stehen Seiten mit vertrauten Symbolen und Grafiken zur Verfügung, die durch neu erstellte Seiten ergänzt werden können, um die speziellen Anforderungen des Kunden oder der Anwendung zu erfüllen. Das FlexPendant vereinfacht alle Aspekte im Betrieb einer Roboterzelle von der Einrichtung und dem Aufspielen des Programms über die Prozessentwicklung und Zellenbedienung bis zur Berichterstellung und Wartung.

Virtuelle Robotertechnik

Im Jahr 1994, als die S4 auf den Markt kam, brachte ABB auch die Virtual Robot™-Technologie heraus. Hierbei handelt es sich um ein einzigartiges Konzept, bei dem mit einem ähnlichen Code, wie er auch zur Steuerung des echten Roboters dient, das Robotersystem auf einem PC simuliert wird. 2004 wurde gemeinsam mit der IRC5 die zweite Generation von Virtual Robot™ eingeführt. In dieser Version wird noch mehr Steuerungscode simuliert, um absolute Transparenz zwischen der virtuellen und der echten IRC5-Steuerung zu schaffen. So können bereits im Offline-Betrieb präzise Programme erstellt werden, die sofort voll einsatzfähig sind und damit die Vorlaufzeit verkürzen und die Einrichtungskosten senken. Aufbauend auf dieser Kerntechnologie entwickelte ABB die Software RobotStudio, die eine

echte Offline-Programmierung und -Kundenanpassung ermöglicht. RobotStudio nutzt zur Simulation des Roboters die Technologie Visual Studio Tools for Applications® in Verbindung mit den Software-Steurelementen des tatsächlichen Robotersystems. Auf diese Weise minimiert ABB die Risiken, da die Roboterlösungen visualisiert, simuliert und getestet werden können, ohne die Produktion unterbrechen zu müssen. Durch eine Optimierung der Roboterprogramme steigt die Produktivität, und es wird eine höhere Teilequalität bei größeren Stückzahlen erreicht. Das Ergebnis ist eine maximale Rentabilität des Robotersystems.

Standardisierte Fertigungszellen

Angesichts des zunehmenden Drucks auf Fertigungsunternehmen, eine größere Auswahl zu bieten und gleichzeitig die Herstellungskosten zu senken, hat ABB mit FlexLean eine Lösung entwickelt, um Roboterzellen anpassungsfähiger, leichter installierbarer und platzsparender zu gestalten [7].

FlexLean wurde 2006 eingeführt und basiert auf dem „FlexiBase“-Prinzip, einer kompakten, modularen Roboterzelle, in der Roboter, Steuerungen und Verkabelung auf einer Plattform vormontiert sind. Zentraler Aspekt des Konzepts ist die Erkenntnis, dass kundenspezifische Lösungen, mehrere technische Spezifika-

Fußnoten

¹⁾ Siehe auch **Brorsson, I., Sjöberg, R., Liberg, A.:** „Roboterprogrammierung leicht gemacht“, *ABB Technik* 2/2006, S. 58–61

²⁾ Beim Ausschweißen werden die Schweißpunkte vervollständigt, die im ersten Schweißvorgang nur dazu gedient haben, die Teile zusammenzuhalten.

8 Die modulare Steuerung IRC5 kann mehrere Roboter steuern.



9 FlexArc®-Zelle mit zwei kooperierenden Robotern



PIONIERLEISTUNGEN

tionen und spezielle Software eine Hauptursache für Kosten und Unsicherheiten beim Engineering darstellen. FlexLean bietet Automobilherstellern Zellen für die geometrische Montage und das Ausschweißen²⁾, die mit einer Reihe von vordefinierten Konfigurationen und einer breiten Palette an Roboterprodukten ausgestattet sind. Das Ergebnis dieser Technologie und Standardisierung sind Zellen, die mit der manuellen Fertigung in Niedriglohnländern konkurrieren können. Eine weitere Ergänzung der Palette an standardisierten Roboterzellen ist FlexArc[®] . Dieses Punktschweiß-Komplettpaket umfasst alle Komponenten, die für das Lichtbogenschweißen mit Robotern nötig sind: Roboter, die Robotersteuerung IRC5 zur Koordination eines oder mehrerer Roboter, Positionierer und die Schweißausrüstung. Der Kunde kann zwischen verschiedenen Fertigungslösungen mit einem oder mehreren Robotern wählen. Alle internen Kabel werden bereits im Werk verlegt und angeschlossen sowie alle Zellenkomponenten auf einer gemeinsamen Plattform montiert, sodass keinerlei Engineering vor Ort erforderlich ist. Auch die Software ist zur Vereinfachung der Einrichtung und Bedienung bereits vorkonfiguriert. Der Kunde muss die Zelle nur auspacken und am gewünschten Ort aufstellen, die Strom-, Druckluft- und Schutzgasversorgung anschließen, den Roboter programmieren (oder ein Programm aus dem Offline-Programmiersystem RobotStudio von ABB überspielen) und mit der Produktion beginnen. Als Paketlösung kann eine FlexArc[®]-Zelle innerhalb der Fabrik verschoben oder zwischen verschiedenen Fertigungsstandorten ausgetauscht werden. Dies ermöglicht ein hochflexibles Anlagenlayout, das den heutigen Ansprüchen an eine schnelle Umstellung der Produktion gerecht wird.

Remote Services

Angesichts über 160.000 installierter ABB-Roboter haben eine eingeschränkte Performance oder Probleme mit den Robotern erhebliche Auswirkungen auf die Produktion [8]. Bis ein Servicetechniker am Roboterstandort angekommen ist, um das Problem zu behandeln, gehen Zeit und Geld verloren. Mit der 2007 eingeführten Fernwartungstechnologie von ABB werden die Ausfallzeiten der Maschinen und der Wartungsaufwand vor Ort erheblich reduziert. Die in den Roboter integrierte Technologie liest die Daten der Steuerung aus und sendet sie direkt an ein entferntes Service Center, wo sie automatisch analysiert werden. Dadurch, dass er Zugang zu allen relevanten Informationen über den Zustand der Roboter hat, kann der Supportexperte aus der Ferne die Ursache einer Störung feststellen und dem Nutzer rasche Unterstützung beim Neustart des Systems bieten. So können viele Probleme gelöst werden, ohne dass ein Techniker überhaupt anreisen muss, was Energie spart und die Umwelt schont. Und ist ein solcher Eingriff dennoch erforderlich, kann das Problem mithilfe der vorhergehenden Ferndiagnose rasch und mit minimalem Aufwand gelöst werden. Diese automatische Analyse gibt nicht nur einen Alarm aus, sobald eine Störung am Roboter auftritt, sondern ist auch in der Lage, möglicherweise bevorstehende Schwierigkeiten vorherzusagen. Über die MyRobot-Website kann ein Nutzer zudem jederzeit und von überall den Status



seiner Roboter überprüfen und auf wichtige Wartungsinformationen zugreifen. Seit der ersten Einführung eines vollständig elektrischen, mikroprozessorgesteuerten Roboters durch ASE im Jahr 1974 hat sich die Welt des Industrieroboters von Grund auf verändert. ABB hat diese Pionierleistungen fortgeführt und bietet heute ein umfassendes Angebot an Industrierobotern, Robotersteuerungen und zugehöriger Software. In diesen gut 30 Jahren hat sich die Positionsgenauigkeit von 1 mm auf 1 μ verbessert, die Bediener-schnittstellen haben sich von 4-stelligen LED-Anzeigen zu vollständigen Windows-basierten Berührungsbildschirmen entwickelt, und die Rechnerkapazität ist von 8 KB auf 20 GB oder mehr angewachsen. Gleichzeitig ist die Zuverlässigkeit auf einen mittleren Ausfallabstand (Mean Time Between Failures, MTBF) von 80.000 Stunden gestiegen, während

sich das Preisniveau in den letzten 15 Jahren halbiert hat. Der Industrieroboter ist seinen Kinderschuhen längst entwachsen.

David Marshall

ABB Robotics
Milton Keynes, Großbritannien
david.marshall@gb.abb.com

Christina Bredin

ABB Robotics
Västerås, Schweden
christina.bredin@se.abb.com

Literaturhinweise

- [1] Yoshida, O.: „Mehr Farben, geringere Verluste“, *ABB Technik* 1/2006, S. 43-46
- [2] Labourdette, H.: „Höhere Produktivität, geringere Umweltbelastung“, *ABB Technik* 2/2007, S. 58-61
- [3] Svanström, O.: „Roboterspezialisten“, *ABB Technik* 3/2007, S. 65-67
- [4] Dunberg, K.: „Weniger ist mehr“, *ABB Technik* 3/2007, S. 63-64
- [5] Fixell, P., Groth, T., Isaksson, M., et al.: „Roboter mit Fingerspitzengefühl“, *ABB Technik* 4/2007, S. 22-25
- [6] Kock, S., Bredahl, J., Eriksson, P. J., et al.: „Zähmung der Roboter“, *ABB Technik* 4/2006, S. 11-1
- [7] Negre, B., Legeleux, F.: „FlexLean“, *ABB Technik* 4/2006, S. 6-10
- [8] Blanc, D., Schroeder, J.: „Wellness für Ihr Geschäftsergebnis“, *ABB Technik* 4/2007, S. 42-44

Editorial Board

Peter Terwiesch
Chief Technology Officer
Group R&D and Technology

Clarissa Haller
Head of Corporate Communications

Ron Popper
Manager of Sustainability Affairs

Frank Duggan
Region Manager, Middle East & Africa

Friedrich Pinnekamp
Chief Editor, ABB Review
friedrich.pinnekamp@ch.abb.com

Andreas Moglestue
Deputy Chief Editor, ABB Review

Herausgeber

Die ABB Technik wird herausgegeben von ABB Group R&D and Technology.

ABB Asea Brown Boveri Ltd.
ABB Review/REV
CH-8050 Zürich
Schweiz

Die ABB Technik erscheint viermal pro Jahr in Englisch, Französisch, Deutsch, Spanisch, Chinesisch und Russisch. Die ABB Technik wird kostenlos an Personen abgegeben, die an der Technologie und den Zielsetzungen von ABB interessiert sind. Wenn Sie an einem kostenlosen Abonnement interessiert sind, wenden Sie sich bitte an die nächste ABB-Vertretung, oder bestellen Sie die Zeitschrift online unter www.abb.com/abbreview.

Der auszugsweise Nachdruck von Beiträgen ist bei vollständiger Quellenangabe gestattet. Ungekürzte Nachdrucke erfordern die schriftliche Zustimmung des Herausgebers.

Herausgeber und Copyright © 2008
ABB Asea Brown Boveri Ltd.
Zürich, Schweiz

Satz und Druck

Vorarlberger Verlagsanstalt GmbH
AT-6850 Dornbirn, Österreich

Layout

DAVILLA Werbeagentur GmbH
AT-6900 Bregenz, Österreich

Übersetzung

Thore Speck, Dipl.-Technikübersetzer (FH)
D-24941 Flensburg, Deutschland

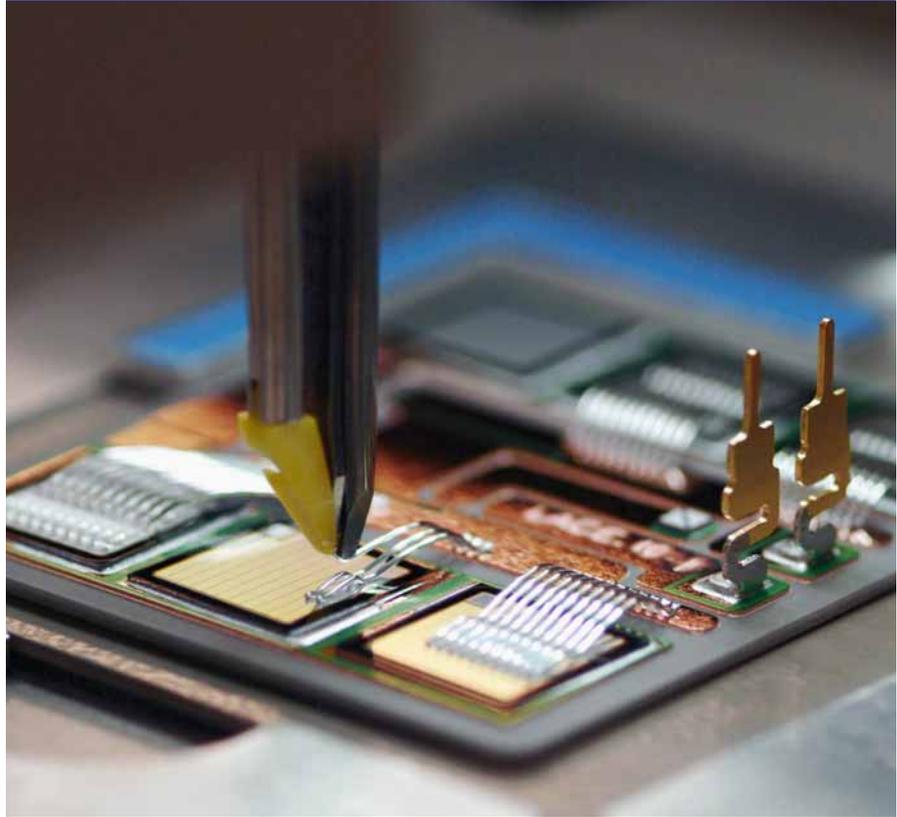
Haftungsausschluss

Die in dieser Publikation enthaltenen Informationen geben die Sicht der Autoren wieder und dienen ausschließlich zu Informationszwecken. Die wiedergegebenen Informationen können nicht Grundlage für eine praktische Nutzung derselben sein, da in jedem Fall eine professionelle Beratung zu empfehlen ist. Wir weisen darauf hin, dass eine technische oder professionelle Beratung vorliegend nicht beabsichtigt ist. Die Unternehmen der ABB-Gruppe übernehmen weder ausdrücklich noch stillschweigend eine Haftung oder Garantie für die Inhalte oder die Richtigkeit der in dieser Publikation enthaltenen Informationen.

ISSN: 1013-3143

www.abb.com/abbreview

Vorschau 3/2008



Leistungselektronik

Ganz gleich ob winzige elektronische Kameras oder leistungsstarke Heizgeräte – auf den meisten elektrischen Geräten ist angegeben, welche Spannung und Frequenz sie benötigen. Die meisten Benutzer nehmen einfach das mitgelieferte Ladegerät oder Kabel und gehen davon aus, dass damit die richtige Stromversorgung sichergestellt ist. Nur wenn sie ein zweites Ladegerät für ein Telefon oder einen Laptop benötigen, werden solche Details überprüft. Wie diese alltäglichen Geräte benötigen auch elektrische Anlagen in allen Bereichen der Industrie und im gesamten elektrischen Netz die richtige Stromversorgung, um optimal zu funktionieren.

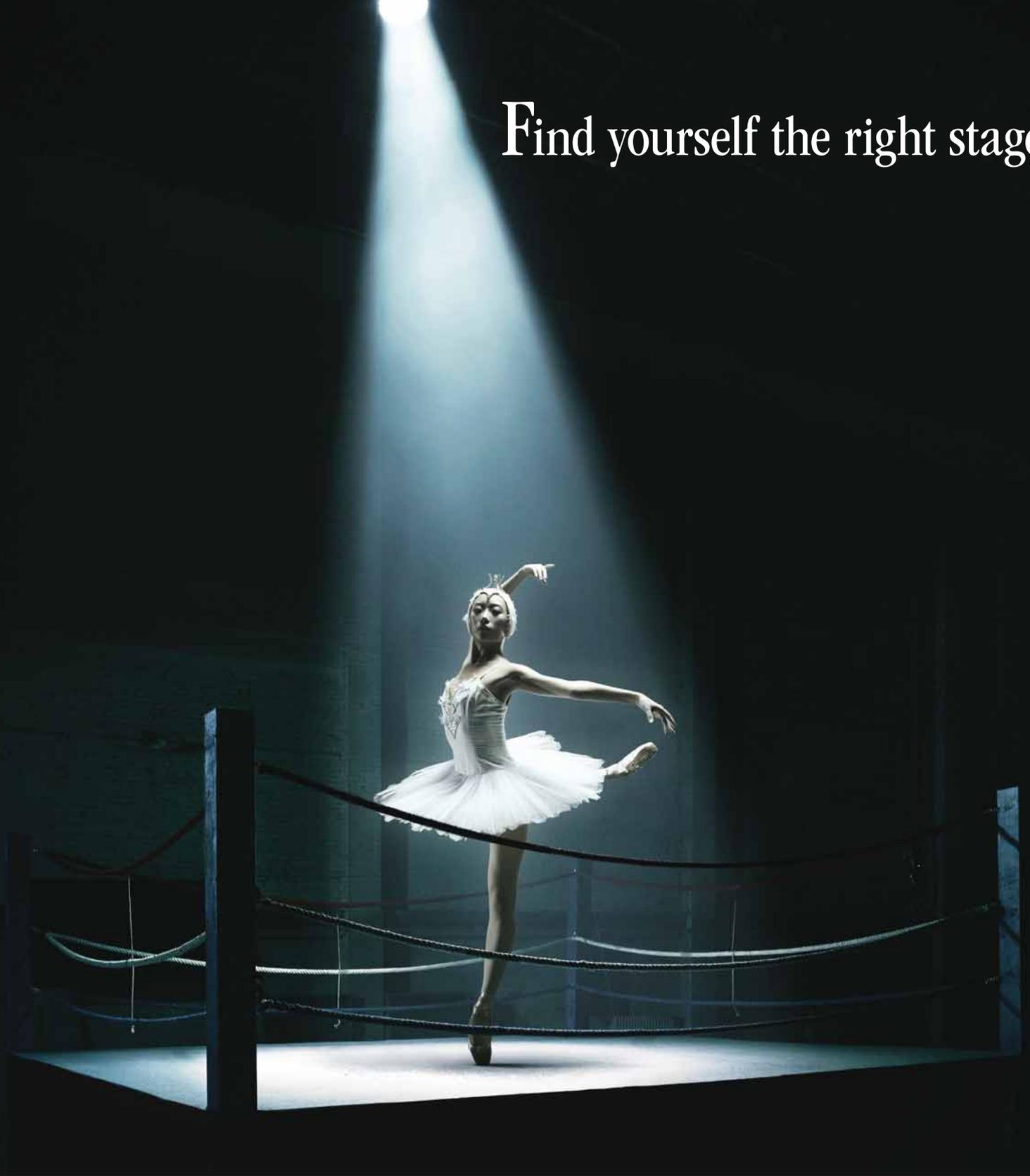
Elektrizität wird für unterschiedliche Anwendungen in verschiedenen Spannungs- und Frequenzkombinationen bereitgestellt und genutzt. Viele Technologien von ABB sind dazu konzipiert, den Strom so umzuwandeln oder zu regeln, dass ein optimaler Betrieb dieser Anwendungen gewährleistet ist. Drehzahlgeregelte Antriebe wandeln zum Beispiel eine feste Eingangsfrequenz in ein breites und variables Spektrum von Frequenzen um.

Bei HGÜ-Systemen für die Energieübertragung hingegen muss die Spannung gleich bleiben, während die Höhe und die Richtung des Stroms variabel ist.

Solche Umwandlungen erfordern eine Technologie, die nicht nur äußerst flexibel und regelbar ist, sondern auch mit geringen Verlusten verbunden ist. In leistungselektronischen Stromrichtern wird der Strom von Halbleiterelementen mit hoher Geschwindigkeit geschaltet, um die gewünschte Wellenform zu modulieren. Folglich eröffnen sich mit jeder Steigerung der Spannungen und Ströme, die von Leistungshalbleitern bewältigt werden können, neue Anwendungsgebiete für diese Technologie.

ABB befasst sich mit nahezu allen Aspekten der Leistungselektronik von der Entwicklung und Fertigung der eigentlichen Halbleiter über Stromrichter und elektrische Antriebe bis hin zur Netzbetriebsführung und zu speziellen Kundenapplikationen. Die nächste Ausgabe der ABB Technik gibt einen Einblick in die Aktivitäten von ABB in diesem Bereich.

Find yourself the right stage



ABB's employees around the world form the key to our success. Our 100-year history and our multi-national culture have created an exciting career growth environment. For more information on open positions please visit www.abb.com/careers